SULLA

SISTEMAZIONE IDRAULICA

DELLA

VALDICHIANA

OSSERVAZIONI STORICO-CRITICHE

DELL' INGEGNERE

CARLO POSSENTI

Ispettore di Prima Classe nel R. Corpo del Genio Civile e membro effettivo
del R. Istituto Lombardo delle Scienze.

Parte Seconda.

FIRENZE,
TIPOGRAFIA E LITOGRAFIA DEGL' INGEGNERI
Via de' Malcontenti, da S. Giuseppe, con Casa a Milano.
1867.

SULLA

SISTEMAZIONE IDRAULICA

DELLA

VALDICHIANA

OSSERVAZIONI STORICO-CRITICHE

DELL' INGEGNERE

CARLO POSSENTI

Ispettore di Prima Classe nel R. Corpo del Genio Civile e membro effettivo
del R. Istituto Lombardo delle Scienze.

Parte Seconda.

FIRENZE,
TIPOGRAFIA E LITOGRAFIA DEGL' INGEGNERI
Via de' Malcontenti, da S. Giuseppe, con Casa a Milano.
1867.

Estratto dal *Giornale del Genio Civile*, Volume V, anno 1867.

SULLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DELLA VALDICHIANA

Memoria dell'ingegnere Carlo Possenti, *Ispettore di 1ª classe nel R. Corpo del Genio civile e membro effettivo del R. Istituto Lombardo delle scienze.*

Parte Seconda (1).

Lavori in corso d'esecuzione e proposte relative.

La questione della sistemazione idraulica della Valdichiana è una questione d'urgenza; essa incominciò a divenir tale non appena le opere d'inalveazione dei torrenti si protesero nella pianura, e dacchè le colmate, invece di mantenersi, come nel piano del Fossombroni e di tutti i suoi predecessori nei lavori di sistemazione, l'elemento cardinale della sistemazione medesima, si limitarono a servire di mezzi provvisionali per dar ricetto alle piene dei torrenti durante la loro inalveazione; imperocchè da un lato le colmate stesse dovevano stabilirsi piuttosto con riguardi alla maggiore opportunità dei lavori, che non a quella della bonificazione, e dall'altro l'elemento economico delle operazioni esigeva di limitare il campo delle colmate il più che fosse possibile per minorare le spese d'occupazione, e conseguentemente si rendeva necessario di accelerare i lavori d'inalveazione per non essere obbligati, od a trasportare le colmate sopra altro campo con dispendio assai maggiore, o ad elevare le preesistenti ad un livello incongruo per esse, e pregiudizievolissimo alle campagne latistanti ai torrenti colmatori.

Dall'istante adunque in cui l'urgenza cominciò a presentarsi andò sempre naturalmente crescendo, perchè gli alvei nuovi si prolungavano sempre più nella pianura, e le colmate esistenti andavano sempre più elevandosi di livello, ma dal 1863, in cui il Ministero delle finanze alienò i regi possessi, l'urgenza si è fatta assai più grave per due motivi, cioè:

1° Perchè tutti i terreni venduti in attualità di colmata lo

(1) La parte prima di questa Memoria, corredata delle tavole 17 e 18 della serie C, è stata pubblicata nella parte non ufficiale, vol. IV, 1866, pag. 225 e 329.

furono senza imporre verun obbligo agli acquirenti di mantenerli in tale condizione, finchè avessero raggiunta l'altezza normale, onde continuassero a trattenere le torbide dei torrenti e permettessero alle loro acque di scendere chiarificate nel canal maestro, non ancora posto in condizione di ricevere innocuamente le loro torbide.

Ne avvenne quindi che i proprietari, non operanti fuorchè nel proprio interesse, quantunque assai malinteso, soppressero o restrinsero già estemporaneamente talune di quelle colmate per disporne subito i campi alla coltivazione, e così quella porzione di torbide, a cui esse prima davano ricetto, ora è obbligata a scendere nel canal maestro, che, non avendo pendenza sufficiente a trasportarle, viene dal loro depositarvisi a distruggere quell'approfondamento che non erasi ottenuto fuorchè con notevoli spese;

2º Perchè nelle fatte alienazioni, contro i pareri replicatamente emessi dall'Ufficio del Genio civile d'Arezzo, si vollero comprendere anche il mulino de' Monaci, che è la sola e vera chiave della sistemazione idraulica della Valdichiana, e molte zone di terreno, che l'Ufficio stesso aveva dichiarate necessarie ad occuparsi nella prosecuzione e nel finimento dei lavori di sistemazione; dal che ne seguì che gli acquirenti si prevalsero di questa poco provvida disposizione per lavorare e piantare su quei terreni, il di cui riacquisto, quanto più verrà ritardato, esigerà sempre maggiori sacrifizi, perchè, invece d'un fondo nudo od a pascolo, si troverà all'epoca del riacquisto un fondo d'assai maggior valore venale, e così, mentre all'atto della vendita quelle zone avrebbero potuto sottrarvisi con miti riduzioni di prezzo, si dovranno riacquistare a prezzi le cinque e le dieci volte maggiori di quelle riduzioni.

Dopo tutto quanto ebbi ad esporre nella *Parte Prima*, rispetto al più antico dei progetti di sistemazione proposto da Enea Gaci di Castiglione fiorentino, il benevolo lettore di leggieri prevederà come io vada convinto che il miglior progetto possibile sarebbe stato quello stesso del Gaci debitamente coordinato ai due razionalissimi principii che lo

informavano, e cioè: 1° di escavare nel *thalweg* della valle un vero fiume dal lago di Montepulciano alla chiusa de' Monaci capace di condurre stabilmente tutti i suoi tributari; 2° di impedire all'uopo l'unione contemporanea delle piene della Chiana e dell'Arno, o quanto meno di diminuire il deflusso della piena della Chiana all'atto del passaggio di quella dell'Arno; il primo dei quali costituiva quel progetto che il celebre Eustachio Manfredi dichiarò essere il ***migliore***, anzi ***l'unico possibile***.

Il progetto che si redigesse in base a questi due principii potrebbesi sommariamente esplicare come segue (1):

1° Sopprimere la derivazione del mulino de'Monaci, salvo ad utilizzare, se sarà del caso, quella porzione di salto che rimarrà disponibile dopo la integrale esecuzione delle opere di sistemazione, e dare intanto immediato corso alle acque senza tura mobile ed a scaricatori pienamente aperti;

2° Abbassare la soglia della chiusa de'Monaci fino a livello di quella della sottochiusa Maestrelli, ossia a metri 12. 14 sotto l'orizzontale, pari a metri 7. 85 sotto la soglia attuale;

3° Escavare il canale con fondo a pendenze crescenti da 40 a 65 centimetri per chilometro, man mano che va scemando il numero e la portata degli influenti, in modo da riuscire a metri 1. 70 circa, sotto la soglia del ponte di Valiano, e con sezioni a frequenti scaglioni con larghe banche fino al livello di massima piena liberamente corrente;

4° Tradurre tutti i torrenti fino alla Reglia di Valiano, a destra, ed al Salcheto, a sinistra, per la via più breve e diretta al canal maestro, salvo ad arcuarne i tronchi di foce con curve di gran raggio in modo di immetterli nel canale quasi tangenzialmente al suo ciglio, ed a munirli presso le stesse foci di serre di muratura conformate in modo da poterle a tempi opportuni ribassare a poco a poco, fino a far deprimere il fondo dei torrenti a livelli più convenienti ai loro regimi;

---

(1) Veggansi le tavole 17 e 18 del *Giornale del Genio civile* del 1866.

5° Tradurre ugualmente al canale tutti i colatori delle campagne senz'uopo di curvarne le foci e con serre stabili, di altezze che permettano di tenerli incassati in tutto il loro corso;

6° Sottomurare o ricostrurre, a seconda dei casi, tutti i ponti che ne avessero bisogno;

7° Eseguire la sistemazione in 25 o 30 anni abbassando la soglia della chiusa annualmente di circa 40 centimetri, e promuovendo la escavazione naturale del suo alveo, ove con arature subacquee del fondo attaccabile da vomeri ed erpici fissi a battelli, ove con escavazioni effettive delle tratte più tenaci e dure, ed allargandone le sezioni sotto le forme prescritte all'articolo 3°, facendone convogliare all'Arno le terre staccate col mezzo della corrente, tenendovele sospese col moto dei vomeri galleggianti;

8° Continuare le colmate con tutti i torrenti fino a che non fossero compiute le tratte di canale comprese tra la chiusa e le foci dei vari torrenti, mantenendo in colmata i due laghi e le loro gronde coi torrenti Tresa, Parce, Salcheto, Salarco e cogli altri minori laterali ai laghi stessi, fino a che non fossero pienamente colmati da un metro sul piede dell'argine di separazione fino al ciglio delle chiarine di Montepulciano;

9° Completata che fosse la suddetta colmata, allacciare a destra i torrentelli perugini da condursi nella Reglia di Valiano ed a sinistra la Parce e tutti i minori torrentelli di Chiusi e Dulciano da condursi nel Salcheto; immettere quindi i due allaccianti nel fiume-canale al ponte di Valiano, dando agli allaccianti stessi non meno di 70 centimetri per chilometro di pendenza e deviando la Tresa nella Chiana Romana, ed escavare nel *thalweg* della colmata un canale colatore della pianura interposta ai due allaccianti con pendenza di 0. 30 per chilometro dall'argine di separazione fino alla soglia del ponte di Valiano, ove immetterebbesi nel fiume-canale;

10. Finalmente, costrurre la nuova chiusa a modo di briglia architravata col piano superiore elevato a metri 10 sulla nuova soglia, ossia metri 2. 14 sotto l'orizzontale, e l'inferiore

elevato quanto basti sulla soglia stessa da dar passo sotto esso alla massima piena col battente del piano superiore, munendo l'apertura d'un ordine di luci chiudibili con paratoie per diminuire od arrestare, occorrendo, il deflusso in corso nelle circostanze di transito del colmo delle piene dell'Arno alla foce della Chiana.

Contro l'attendibilità tecnica ed economica d'un progetto di questa natura, laddove l'egregio comm. Manetti l'avesse proposto fino dal 1838, io non saprei veramente quali eccezioni avrebbero potute opporsi.

Le formidabili eccezioni del Torricelli, del Fossombroni, del Perelli e del Fantoni, che così grande approfondamento di canale avrebbe generato disordini e scoscendimenti gravissimi, tanto nel suo fondo e nelle altissime sue ripe, quanto nei letti, ripe ed argini dei torrenti e colatori influenti; che gli aggallati o strati cuorosi, che si proclamavano esistenti in vasta scala, avrebbero fatti sprofondare i soprastanti terreni con sollevamenti e totali ostruimenti dell'alveo, ed altre simili difficoltà, che già molti fatti dimostrarono esageratissime, non sono più per l'arte dell'ingegnere eccezioni così formidabili, come potevano esserlo qualche secolo fa, e non sarebbero certamente state pel signor Manetti difficoltà bastanti ad indurlo ad abbandonare quel progetto, se non fosse stato dominato da altre preoccupazioni, alle quali soltanto io credo sia dovuto quell'abbandono, come può di leggieri ravvisarsi dagli stessi suoi scritti.

E difatti una trincea profonda alla sua origine 19 metri, e sempre progressivamente meno profonda in modo da ridursi a metà al 20mo chilometro, del di cui volume trovavasi già escavato un quinto circa, ed il restante dovevasi far trasportar tutto ed escavare in parte dalla forza della corrente, era una difficoltà che si riduceva a questione di spesa, ed una volta portata a compimento non erano più temibili le frane e le dilamazioni delle sponde con sezioni della forma proposta, e massime con un ben regolato maneggio delle porte della chiusa, con cui, conservandosi una notabile al-

tezza d'acqua nel canale, e facendola effluire dalle sole bocche centrali potevasi ridurre assai piccola la velocità lungo le sponde; quanto poi sia alla questione della spesa di sua costruzione, per ciò stesso ehe era influentissima nella scelta del progetto, avrebbe dovuto diligentemente studiarsi in confronto con quella dell'altro, a cui il Manetti si appigliò, mentre appare evidente che questo progetto fu invece deliberato senza regolari perizie preventive, e sopra una perizia sommaria, che dovrà essere per lo meno raddoppiata ad opera terminata.

Se si consideri poi che il terreno non doveva sopportare alcun peso d'arginature, che nei primi 20 chilometri di maggiore profondità l'antiea palude o non esistette punto, come, per esempio, nel tratto dai ponti d'Arezzo alla chiusa, o non fu che temporanea, perchè non alimentata che da brevi torrentelli, e che perciò in quel tratto gli strati euorosi non potevano offrire che poche difficoltà, mentre nei 20 chilometri più a monte, dove la palude si mantenne continuamente per varii secoli, e dove poteva esservi maggior probabilità d'incontrare gli aggallati, ivi il canale doveva avere assai minori profondità, sarà agevole il persuadersi che i timori degli aggallati non potevano in verun modo arrestare un distintissimo ingegnere idraulico, teorico e pratico qual era il signor Manetti, massime se avesse avuta l'avvertenza di progettare la sezione del canale nella forma da me sopra indicata all'articolo 3° del mio progetto; forma, la quale, mantenendo la sezione sempre proporzionata al variabile corpo d'acqua che deve defluirvi, mantiene più bassa e meno veloee la corrente in piena, d'onde ne consegue maggior regolarità di corso e l'intangibilità delle sponde, e che diminuendo gradualmente le pressioni sulle cuore diminuisce ben anco il numero e la entità dei loro scorrimenti.

Altra eccezione, che si opponeva, come gravissima, dagli avversari d'un unico fiume-canale, è quella della necessità, inerente al conseguente progetto, di ricostrurre tutti i ponti che esistevano sul canale stesso. Ma se si consideri che la

maggior parte dei ponti che esistevano nel 1838, molti dei quali in legno, o furono già a quest'ora ricostrutti, quali perchè deperiti, quali per coordinarli alla maggiore profondità ed ampiezza del canale, o debbonsi necessariamente ricostrurre prima del compimento delle opere di sistemazione, di leggieri si vedrà che l'aumento di spesa che poteva derivare dall'adozione del progetto del fiume-canale non poteva riuscire sproporzionato ai vantaggi del progetto, e che ad ogni modo anche questa difficoltà si riduceva ad una questione di spesa, che non venne neppur discussa.

Col progetto da me proposto il canale, per tutta la sua estensione di 57 chilometri dall'argine di separazione fino alla chiusa, non avrebbe avuto bisogno d'un solo metro d'argine; tutti i colatori della pianura sarebbonsi del pari mantenuti incassati scaricandosi a bocche libere nel canale senz'uopo di veruna botte, e perfino i torrenti non avrebbero avuto bisogno d'arginature, se l'abuso delle colmate non li avesse obbligati ad arginarsi fino dapprima del 1838, e non avesse obbligato ad introdurli in canale mediante salti di serre, i quali poi, col sistema accennato dai loro successivi ribassi, avrebbero dopo un congruo tempo lasciati incassare anche i tronchi superiori dei torrenti, od avrebbero per lo meno permesso di ridurre di molto l'altezza delle arginature preesistenti; finalmente con siffatto progetto non vi sarebbe stato un metro quadrato di bassura d'obbligatoria colmata, dacchè anche le bassissime praterie di Creti e Montecchio, che il Manetti proponeva di colmare con una spesa di oltre 800,000 lire, avrebbero potuto scolare liberamente nel canale.

Arroge che, colla forma di chiusa e di sezione del canale da me proposta, cesserebbe ogni motivo d'opposizione e di timori da parte dei fiorentini e valdarnesi, perchè non potendosi la massima piena in colmo sfogare dalla chiusa se non sotto 10 metri di battente, ed il rigurgito ad acqua in moto dovendosi estendere fin quasi a 30 chilometri, il canale fino al callone di Valiano conterrebbe non meno di 15 milioni di metri cubici d'acqua, mentre nello stesso tramite all'epoca

del 1838 non conteneva più di 4 milioni. Il canale pertanto avrebbe trattenuto 11 milioni di metri cubici di più, ossia tre volte tanto quanto ne contenevano i 465 ettari di colmate in allora esistenti e le bassure inondabili, ed avrebbe avuto sulle colmate il vantaggio di poter ben anco sospendere o diminuire a piacimento l'efflusso per molte ore nei casi straordinari di contemporaneità delle piene dell'Arno e della Chiana.

Finalmente questo progetto permetterebbe d'irrigare tutta la p anura mediante una derivazione dal Trasimeno, che sarebbe fonte di ben maggiori vantaggi che non il prosciugamento di questo lago, lasciando pienamente libero il campo a tutti i canali principali e secondari, come lo lascerebbe ai colatori, mentre se la pianura stessa fosse intersecata da una rete d'arginature la irrigazione cesserebbe di presentare la convenienza economica di sua attuazione.

Ora una sistemazione capace di presentare così eminenti vantaggi valeva la pena di studi profondi, e d'impiegarvi anche somme maggiori delle occorrenti con un sistema, che dovesse obbligare ad una fitta rete d'arginature, perchè i pregiudizi annuali delle campagne, che sono l'inevitabile conseguenza d'un sistema di questa natura, e le notevolissime maggiori spese di manutenzione di tutte le opere relative debbono necessariamente far aumentare quella somma assai più del maggior sacrifizio, che per avventura avesse dovuto sostenersi eseguendo il progetto da me sommariamente indicato, e tanto più che da un calcolo approssimativo acquistai la ferma convinzione che la spesa totale d'esecuzione d'un tal progetto non avrebbe sorpassato dieci milioni, somma che si dovrà assai probabilmente raggiungere ad opera finita col progetto Manetti (1).

---

(1) Si obbietterà sicuramente a queste mie idee essere agevole l'immaginare nel 1866, che cosa fosse più opportuno di proporre nel 1838, tanto più che alcune di esse appartengono allo stesso Manetti, ed io concedo che difficilmente nel 1838 avrei potuto concepire tutta la serie di disposizioni qui proposte, ma una volta dato incominciamento al progetto Gaci tutto il resto sarebbe nato da sè, nè per proporre d'allacciare pochi torrentelli meridionali e condurli nel canal maestro a

È fuor di dubbio che quel distintissimo ingegnere ha ventilato anche questo progetto, e l'unico motivo pel quale non credette opportuno di proporlo appare chiaramente dalle sue *Memorie* del 1840 e del 1849, e specialmente dalla pagina 21 della seconda, ove, parlando del progetto Paleocapa, così si esprime: « Venendo ora ad esaminare la sistemazione accennata da questo ingegnere, noteremo che la grande riduzione dalle attuali 14 alle 8 braccia d'altezza da lui proposta per la chiusa de' Monaci, onde disporre nell'immaginata striscia il fondo della Chiana pendente uno per duemila, *sarebbe un impedimento dirimente al suo piano, perchè il volgo fiorentino riguardando tuttora quel ritegno come il palladio della sua salvezza dalla furia dell'Arno certamente non consentirebbe che un così grande sbassamento si facesse.* »

Ne avvenne quindi che, sotto la pressione del timore della pubblica riprovazione ed opposizione, il Manetti escogitò un progetto basato sopra principii assai diversi da quelli del Gaci, da me come sopra esplicati.

Prima però di trattare del progetto Manetti credo opportuno di parlare di quello che il chiarissimo comm. Paleocapa ebbe a proporre nella *Memoria* letta all'Ateneo di Venezia il 31 dicembre 1838, quasi due anni prima che il Manetti pubblicasse il suo primo progetto, ed alla quale diede maggiori sviluppi in una successiva letta come sopra nel 1845, e che costituisce una vera requisitoria contro il progetto Manetti.

Il Paleocapa in dette *Memorie* si dimostra assai favorevolmente impressionato delle ardite ipotesi del Fossombroni relative alle vicende idrauliche antiche della Valdichiana, ed

---

valle del ponte di Valiano sarebbe occorsa la proposta del Manetti. perchè, come farò osservare più avanti, anche il Manetti prese quell'idea da un esempio del 1820 attuato a pochi chilometri di distanza, e d'altronde essa era identica a quella dei quattro progetti di sistemazione del Reno, che si agitarono nello scorso secolo prima d'eseguire il progetto Lecchi, e che viene ora riprodotto dall'ingegnere Angelo Manfredi di Modena colla proposta del fiume Appenninico e dal professore Turazza coll'inalveazione dei torrenti ravennati nel caso che si eseguisse quella di Reno in Po.

accoglie ben anco assai favorevolmente il principio posto dallo stesso autore a base del suo piano di sistemazione della valle, ossia il principio d'escavare il fiume-canale, o lasciarlo escavare dalle stesse acque entro le proprie alluvioni da lasciarsi sistemare con pendenze sufficienti, all'uopo che un canale di fondo ad esse paralello, o quasi paralello, fosse capace di tradurre le loro torbide senza interrirlo.

Nondimeno considerando egli che l'applicazione di questo principio a tutta lunghezza e larghezza della valle, come lo voleva estendere il Fossombroni, esigerebbe un tempo incomportevolmente lungo e sacrificherebbe reiteratamente tutti i terreni già bonificati e fertilizzati alle esigenze delle sovraponende colmate, pensò di ridurre quell'applicazione ad una misura che la rendesse praticamente possibile, ossia ad una sola zona lungo il *thalweg* della valle da limitarsi fra due linee d'argini in ritiro, di cui non accennò la distanza, nella quale avesse ad eseguirsi la colmata del Fossombroni, lasciando che in mezzo ad essa il nuovo fiume stabilisse il suo corso, aiutandolo all'uopo coll'arte, onde si stabilisse il più regolarmente possibile.

Ad accelerare viemmeglio il compimento dell'opera propose un ribasso della chiusa assai più generoso di quello di braccia 4 (metri 2.33) concesso dal Fossombroni nell'ultima sua *Memoria* del 1837, e cioè un ribasso di braccia 14 (metri 8) soggiungendo che all'uopo potrebbe anco accrescersi. Quanto alla pendenza media del nuovo fiume nel parziale suo tramite dalla chiusa de' Monaci al callone di Valiano della lunghezza di 40 chilometri l'ammise, come l'ammisi io pure nel mio schema di progetto, di 50 centimetri per chilometro, a scala gradualmente crescente da valle a monte, in relazione alle successive diminuzioni della portata e delle torbide del fiume.

Applicando al caso pratico questi primi elementi del progetto, il fondo del fiume proposto dal Paleocapa camminerebbe a metri 4. 14 al di sopra di quello del mio progetto ed intersecherebbe il piano di campagna al callone di Valiano, e siccome la piena attuale elevasi sul fondo metri 5. 30

al porto di Cesa e metri 5. 50 al ponte di Frassineto, così, posta di metri 6 la profondità dell'alveo in quelle località, il principio dell'arginatura, ossia della zona di colmata, cadrebbe presso il chilometro 18, ossia un chilometro e mezzo a monte del porto a Cesa, ed al callone di Valiano basterebbe un argine di metri 3. Questa altezza non avrebbe nulla al certo di anormale, massime se si consideri che il fiume avrebbe libero campo di svilupparsi fra due golene di forse 200 metri per ragguaglio cadauna ed alte quasi altrettanto quanto le arginature; ma il callone di Valiano è situato al chilometro 39. 9, e l'argine di separazione, fino al quale dovrebbe spingersi nel sistema del Paleocapa la zona di colmata e l'inalveazione del fiume, è al chilometro 57. 3, e la zona da colmarsi ed il letto del fiume da escavarsi in essa lungo gli interposti chilometri 17. 4 non potrebbero avere una pendenza minore di centimetri 70 per chilometro, ossia una ascesa totale di metri 12. 18 dal piano di campagna del callone, e quindi il fondo dovrebbe elevarsi metri 10. 65 sul piede dell'argine di separazione, e limitando ivi la profondità a metri 1. 45, il piano della colmata dovrebbe spingersi a metri 12. 10. Il Paleocapa parla d'un alzamento di 3 metri, ma evidentemente o volle riferire tale misura al callone di Valiano, oppure suppose che da questo punto, ove terminava la livellazione Salvetti, unica che allora esistesse, all'insù, il piano mantenesse già una pendenza d'oltre un mezzo per mille, mentre era invece pressochè orizzontale.

Se non si trattasse altro che di impiantare nel mezzo della pianura una morena di 40 chilometri di lunghezza e mezzo chilometro di larghezza, che da zero andasse elevandosi sino a metri 12. 10, nella quale potesse scorrere libero e sicuro il fiume, la Valdichiana perderebbe certamente gran parte di sua bellezza, ma questa perdita sarebbe più che compensata dalla quasi certezza che il suo fiume non sarebbe mai per rompere le sue dighe e precipitarsi nella valle, ma il guaio sta in ciò, che per ottenere tale sicurezza è necessario, come lo accenna anche il Paleocapa, che tutti i torrenti che debbono

formare il fiume immettano in esso liberamente le loro piene con altrettante zone di colmazione impiccagliantisi colla morena longitudinale, e che la pianura debba scolare mediante due gran colatori laterali alla stessa morena e sottopassanti per botti tutti i laterali torrenti fino a poter sboccare nel fiume presso al termine del gran rilevato longitudinale.

Ora di torrenti da inalvearsi come sopra, ve ne sono almeno dieci sulla destra e venti sulla sinistra, e se per tutti si avesse da impiegare lo stesso sistema di zone colmate non basterebbero forse ottant'anni di tempo e 4,000 ettari di colmate per attuarlo, colmate che ora importerebbero una spesa enorme, dacchè sonosi venduti tutti i beni demaniali. Nè indifferente sarebbe l'impegno di tutte le botti sottopassanti i torrenti, senza contare che per esse bisognerebbe deviare dal sistema delle zone, a meno di far le botti lunghe quanto fossero larghe le zone stesse.

Se le zone si riducessero alla metà, od al terzo della da me supposta larghezza di 500 metri, si ridurrebbe bensì nella stessa proporzione il tempo d'esecuzione e l'ampiezza delle colmate colle relative spese, ma il sistema perderebbe assai rispetto al suo principio informatore, ed in tal caso diverrebbe assai più conveniente il limitare la zona al puro necessario per crearvi un alveo sufficiente con qualche decametro di golena e linee d'argini grossi tutto al più il doppio dell'ordinario.

Ma se ciò diminuirebbe d'assai le difficoltà del tempo e della spesa, non soltanto farebbe perdere tutti i vantaggi del sistema, ma li cangerebbe in altrettanti maggiori danni col dividere tutta la pianura della Valdichiana in un gran numero di recinti arginati ad altezze assai maggiori di quanto esigerebbero altri sistemi.

Che se finalmente a diminuire d'assai questi inconvenienti si volessero limitare le zone di colmate ai soli torrenti maggiori, ossia sulla destra ai Cortonesi ridotti in uno solo ed a talune delle Reglie più importanti, e sulla sinistra alla Parce, al Salcheto, al Salarco, alla Foenna ed all'Esse del Monte, bisognerebbe allacciare gli altri facendoli influire, ove fosse pos-

sibile, nei maggiori, e lasciar decadere quelli che non potessero subire questo trattamento nei colatori di acque chiare. Col primo espediente si rientrerebbe in parte nel sistema Manetti, e col secondo si pregiudicherebbe d'assai il sistema degli scoli.

Se la transazione che il Paleocapa trovò necessario di proporre rispetto al piano del Fossombroni, l'avesse invece applicata a quello del Torricelli, che in conclusione fondavasi, come il primo, sul principio di dare all'intera valle tutta la pendenza necessaria al libero corso delle sue acque, sarebbe riuscito per diretta conseguenza al progetto puro e semplice del Gaci, del Michelini e del Manfredi, come fu da me sviluppato, di aprire direttamente nell'altipiano il fiume di pendenza sufficiente ad ottenere lo stesso effetto, senza aver d'uopo di introdurre nella transazione alcun che di contradditorio al principio del Torricelli, come ebbe ad introdurvelo rispetto al piano del Fossombroni. Questi, infatti, se annuì nel 1837 a che l'abbassamento della chiusa si spingesse fino a braccia 4, mentre nel piano del 1789 lo limitò a stento ad un braccio, e durante la sua immediata e lunga direzione non volle neppure dare effetto a tale disposizione, nol fece, io penso, che spintovi dalla pressione della pubblica opinione della valle, e dai risultamenti ottenuti coll'abbassamento di braccia due fattovi dal Capei nel 1826, ma senza punto recedere dalle sue convinzioni sulle possibili conseguenze di quel ribasso, mentre il Paleocapa propose invece una depressione della chiusa di 14 braccia, soggiungendo che tale misura avrebbe potuto anco aumentarsi; per lo che io vado convinto che se quell'esimio idraulico avesse dovuto occuparsi in atto pratico della soluzione del problema, come avvenne al Manetti, avrebbe finito coll'accostarsi vieppiù alla mia proposta, abbandonando interamente anche gli ultimi lembi del progetto Fossombroni.

Ma in oggi, qualunque possa essere il preferibile fra il mio progetto e quello del Paleocapa, dal lato meramente artistico, io penso che dal lato pratico sia affatto superflua una tale indagine, imperocchè i lavori del progetto Manetti, già avan-

zati alla metà, quasi, del loro cammino, hanno già risoluta la questione a favore di quest'ultimo, sicchè in oggi non rimanga altro ad esaminare fuorchè se, senza distruggere o rendere inutili le opere già eseguite, siavi modo di correggere i difetti che per avventura il progetto presenta, modificando all'uopo quanto rimane ancora a farsi, senza abbandonare le massime direttive sulle quali è basato.

Il progetto della sistemazione idraulica della Valdichiana, che trovasi in corso d'esecuzione fino dal 1838, è quello che il chiarissimo comm. Manetti formulò in detto anno, e che venne da esso sommariamente esposto nella *Memoria* stampata nel 1840, col titolo: *Sulla stabile sistemazione delle acque della Valdichiana*, non che in altra dallo stesso pubblicata l'anno 1849, intitolata: *Sulla sistemazione delle acque della Valdichiana e sul bonificamento delle Maremme.*

Lo stesso progetto trovasi con maggiori particolarità, ma sempre in linea di massima, esplicato in una memoria manoscritta, 31 agosto 1862 del signor ingegnere Corradini, e portante il titolo: *Sistemazione idraulica della Valdichiana*, non che in una serie di tavole planimetriche ed altimetriche di tutti i nuovi alvei da aprirsi nel piano della Valdichiana edite dagli ingegneri Renard, Marchi e Frosini, sotto la direzione dello stesso signor comm. Manetti.

L'esecuzione di questo progetto fu già approvata ed ordinata dal granduca Leopoldo II, e la sua continuazione fu confermata con decreto 14 luglio 1860 dal R. luogotenente in Toscana S. A. R. il principe di Carignano, col quale, soppressa la speciale direzione idraulica di Valdichiana, venne incaricato l'ufficio provinciale del Genio civile d'Arezzo della direzione dei relativi lavori, *secondo il piano generale fino ad ora seguito.*

Il signor comm. Manetti, nella sua prima memoria del 1840, descrive il suo progetto colle seguenti brevi parole dell'articolo 85:

« Raccogliere frattanto in un solo alveo al disotto del callone di Valiano i torbidi influenti sulla sinistra della Chiana, e condurli, per così dire, allacciati a sboccare nell'ultimo

tronco inferiore dal canal maestro, ove questo per l'aumento procurato alla sua pendenza colla depressione artificiale dello sbocco, e colle altre riduzioni (ampliazioni) in esso operate, sia reso capace di riceverli per quindi convoiarli liberamente all'Arno.

« Nel tronco stesso così ridotto (ampliato) della Chiana dar foce alle acque provenienti dalla meridionale estremità della valle, che quivi potranno pervenire non trattenute da rigurgiti, percorrendo l'alveo attuale del canal maestro prima impoverito dal tributo di alcuno dei suoi maggiori influenti torbidi, e perciò atto a separatamente condurli. »

Ed all'articolo 106 così si esprime: « I fiumi, di che si tratta, sarà procurato che vengano allacciati più vicino che si possa alle falde delle colline in alti terreni. »

Nei tipi planimetrici ed altimetrici però, in luogo del solo allacciante di sinistra, che raccoglie le acque dell'Esse del Monte, della Foenna e del Salarco, si vede proposto anco un allacciante sulla destra in cui immettono tutte le acque cortonesi dell'Esse di Cortona, Mucchia, Bigurro, Vingone, Cilone, Rii di Loreto e Rio di Montecchio riuniti in un solo alveo presso la foce nell'allacciante, e le superiori Reglie di Paterno, delle Chianacce e Musarone, ed ambo gli allaccianti vengono a confluire nel canal maestro poco a valle del ponte a Cesa, al di cui fondo, da dette immittenze alla chiusa, è assegnata la pendenza di centimetri 38 1|2 per chilometro con ulteriore ribasso della sua soglia di metri 1. 17 oltre ai due già seguìti nel 1826 e nel 1838 di metri 3. 12.

Si rileva però dalla *Memoria* del Corradini che dopo il 1840 il Manetti variò in qualche parte il primo progetto, oltre all'allacciare anche i torrenti di destra, e specialmente accrebbe la pendenza del tronco di fiume-canale portandola a centimetri 45. 5 per chilometro, proponendo di ribassare d'altri metri 1. 14 la soglia della chiusa, ossia fino a livello della platea o ripiano di pietra già all'uopo preparato fino dal 1844, quando il Manetti eseguì il terzo ribasso, e determinò parimenti di allacciare a sinistra i torrenti meridionali Salcheto

e Parce con alcuni altri torrentelli prossimi, facendoli confluire nel nuovo Salarco, e di deviare nella Chiana romana la Tresa, perchè troppo bassa per poter esser condotta ad unirsi ai precedenti.

Queste deviazioni però furono rimesse ad epoca indeterminata, come fu rimesso a simile epoca il prolungamento a monte del canal maestro dall'incile delle chiarine di Montepulciano fino all'argine di separazione, ritenuto che per molti anni ancora i detti torrenti dovranno deporre le loro torbide nei due laghi fino a colmarli integralmente.

Tutte le confluenze dei torrenti negli allaccianti, non che quelle dei numerosi torrentelli sboccanti a destra ed a sinistra nel fiume-canale a valle di porto a Cesa, vennero arcuate nei loro tronchi di foce per farli ricapitare nei recipienti a seconda del loro corso, e togliere così i ventri che si sarebbero formati, laddove si fossero lasciati sboccare ortogonalmente in essi, e furono inoltre munite di serre o chiuse a stramazzo di varie altezze per impedire i franamenti di ripe occasionabili da troppo depresso ricapito. Analoga misura venne presa pei colatori delle campagne.

Tutte le campagne chiuse fra gli allaccianti ed il canal maestro scolano in questo mediante colatori sottopassanti con botti i suoi argini, e vi scolano del pari i bassi piani delle valli di Cortona, dell'Esse e della Foenna, sottopassando pure i rispettivi allaccianti con lunghe botti.

Siccome il fondo del canal maestro fino al porto a Cesa non potrebbe subire alcun approfondamento, ed all'altezza a cui trovasi impedisce il libero scolo d'alcuni estesi tratti di campagna, e cioè, delle praterie di Creti e di Montecchio, che si estendono dai ponti di Cortona fino al porto a Cesa sulla destra del canal maestro per una lunghezza di 10 chilometri, così il Manetti propose di colmare quella vasta estensione, impiegandovi all'uopo le acque torbidissime della Foenna e quelle dell'Esse del monte sboccanti sulla sinistra e sole capaci di tanto lavoro.

Al porto a Cesa a monte delle foci dei due allaccianti una chiavica attraversante il canal maestro impedisce che le loro piene rigurgitino all'insù e vi depositino le copiose loro torbide. Siccome poi lo stesso canale dal porto a Cesa fino alle chiarine di Montepulciano non deve ricevere che le acque dei torrenti meridionali chiarificate dal loro deposito nei laghi e le acque chiare di scolo della pianura gli viene conservata presso a poco la stessa pendenza attuale, salvo a regolarizzarla ove trovasi deformata ed a dargli sezioni ed arginature convenienti alle sue portate di piena.

Per questa regolarizzazione e per quei maggiori approfondamenti che deve subire dal porto a Cesa alla chiusa de' Monaci, si dovranno in parte sottomurare ed in parte ricostrurre i numerosi suoi ponti.

Nella sua seconda Memoria il Manetti assegnò le quote principali dei fondi di tutti gli alvei da escavarsi di nuovo e da sistemarsi, elementi i quali, unitamente ad altri dedotti dalla Memoria manoscritta del Corradini e dai profili dei suddetti alvei riferiti al livello del mare, appaiono dal seguente prospetto:

ALVEI	Lunghezze	Sezioni medie	PENDENZE		QUOTE DEGLI ESTREMI e media per ciascun alveo	
			totali	chilometriche	del fondo	delle campagne
	Metri	M. q.	Metri	Metri	Metri	Metri
Canal maestro dal lago di Montepulciano a porto a Cesa	27,081	225.42	7.622	0.281	245.37 241.56 m 237.75	245.94 244.01 240.97
Suddetto dal detto porto alla chiusa de'Monaci	16,516	345.50	7.511	0.455	237.75 244.00 m 240.24	240.97 241.13 242.77
INFLUENTI A SINISTRA.						
Nuovo Salarco	3,566	65.80	2.289	0.642	250.04 248.90 m 247.75	254.33 249.57 247.51
Nuova Foenna e Salarco uniti	7,000	159.75	4.494	0.642	247.75 245.51 m 243.26	247.51 245.37 243.96
Nuovo Esse unito ai precedenti	9,893	222.62	5.836	0.589	243.26 240.31 m 237.42	243.96 242.82 241.07
INFLUENTI A DESTRA.						
Rii di Loreto e Cegliolo	6,335	40.69	4.219	0.666	245.30 243.78 m 241.68	246.03 244.67 240.44
Esse di Cortona e Mucchia	6,651	76.98	4.429	0.666	248.10 245.88 m 243.67	248.50 246.89 244.66
Bigurro, Vingone e Cilone	12,662	58.47	8.433	0.666	249.87 245.65 m 241.44	251.00 245.73 240.83
Reglie delle Chianacce	11,435	52.18	7.616	0.666	249.05 245.25 m 241.44	249.78 245.95 240.83
Loro alvei riuniti	7,187	175.21	4.015	0.558	241.44 239.43 m 237.42	240.81 241.37 241.07

I lavori eseguiti in base a questo progetto dal 1838 ad oggi furono i seguenti: l'abbassamento in due riprese, 1838 e 1844, della chiusa per braccia 5. 35, pari a metri 3. 12, costruendo la nuova soglia in forma di stretta briglia di facile rimozione sopra un ripieno in pietra più basso metri 1. 14; la costruzione degli scaricatori superiori a sinistra di tre luci di metri 2 per 3 e la depressione di quelli a destra pure di tre luci alte 0. 64, larghe 1. 69 sormontate da un semicircolo; la sistemazione e rettilineazione degli ultimi dieci chilometri del canal maestro con rimozione del banco di macigno, che si estende per 400 metri a monte della chiusa, e l'ampliazione ed escavazione del così detto strozzo di Cesa e di diversi altri tronchi saltuari di fondo assai tenace, colla costruzione delle arginature corrispondenti; la sistemazione d'un tratto del canale di Montecchio; la rifondazione dei ponti di Arezzo e della Nave con rimessa dell'impalcatura del secondo; la ricostruzione di quelli a Frassineto, a Chianni, sulla Sellina, sul Lota, sul Rio di Magliano e del palco di quello del Filo; la nuova inalveazione del Salarco e della Foenna colla costruzione della serra del Salarco e dei ponti sulla Lauretana e delle Colonne; il secondo scaricatore a sinistra disotto del precedente pure in tre luci a base trapezia coi lati paralelli di metri 1. 36 e 1. 64, alta metri 1. 00 sormontata da semicircolo di 1. 64 di diametro e colle soglie depresse metri 2. 85 sotto quella della chiusa; la costruzione delle serre della Sellina e del Malpasso; la rifondazione delle sottochiuse Corsi e Maestrelli; l'inalveazione della Reglia di Paterno; la costruzione dell'allacciante destro dal Musarone fino alla strada dei ponti di Cortona ed il prolungamento e la dilatazione dell'Esse per renderlo atto a condurre le acque di tutti i torrenti di sinistra; la deviazione di alcune strade, oltre a molte altre opere accessorie e specialmente quelle di colmata tanto a destra che a sinistra del canale, ed oltre alle manutenzioni annuali delle opere eseguite, le quali naturalmente andarono sempre aumentando d'anno in anno.

L'importo di tutte le spese erogate dalla Direzione idraulica

speciale dal 1838 al 1860 e dall'ufficio del Genio civile d'Arezzo dal 1861 a tutto il 1865 ascesero a lire 2,939,227. 02. A questa somma sono da aggiungersi: l'importo delle indennità d'occupazione dei terreni formanti parte dei RR. possessi, perchè occupati gratuitamente senza portarne in conto il prezzo, e perchè degli occupati dopo il 1863, ossia dopo le loro vendite non furono per anco liquidati i relativi importi; occupazioni che sono dell'estensione di circa ettari 69. 69, le quali, valutate a lire 2,400 all'ettaro, importano lire 167,256; le spese d'inalveazione d'un lungo tronco dell'Esse dal ponte di Pasquino all'ultima sua colmata e d'altro lungo tronco della Foenna dal ponte del Casato fino alla Ferriera, eseguite dall'Amministrazione dei RR. possessi di mano in mano che veniva prolungando quei torrenti nelle colmate ed altri lavori eseguiti dall'Amministrazione medesima tanto prima quanto dopo il 1838, dell'approssimativo importo di lire 1,200,000, a talchè le spese totali fatte prima del 1866 ascesero a circa lire 4,306,000, di cui un quinto rappresenta le indennità d'occupazioni permanenti e temporarie per colmate.

Queste notizie, che trassi per la massima parte dalla pregevole Memoria del Corradini e da più recenti notizie avute da esso, vengono dal medesimo accompagnate da una considerazione, che mi piace di riportare, perchè in piena consonanza colle opinioni da me espresse nella Memoria storico-critica, sul primo periodo della questione della Valdichiana. Ecco come esprimesi il Corradini:

« L'importanza di tutte queste opere e lavori è dimostrata dalla condizione della valle cresciuta sempre più in coltura, fertilità e prosperità, non meno che dalla infrequenza delle inondazioni invernali. Queste benefiche conseguenze sono dovute *in primo luogo alle successive depressioni della chiusa de'Monaci*, ed alla perforazione delle luci inferiori dei due scaricatori, *i quali lavori hanno la principale importanza* nel sistema approvato di bonificamento. »

Le quali parole sono una nuova conferma che tutti gli uomini pratici hanno sempre dato maggior importanza alla de-

pressione della chiusa ed alla relativa sistemazione del canale per guarire radicalmente la valle, che non alle colmate, perchè il tempo e la spesa occorrente per ottenere un braccio d'abbassamento della chiusa col corrispondente incremento di pendenza di tutto il canal maestro, sono incomparabilmente minori del tempo e della spesa occorrenti per alzar la valle d'un braccio verso Chiusi e gradualmente meno verso la chiusa de'Monaci, mentre gli effetti di questi due opposti sistemi di operazioni, quanto alla sistemazione delle acque, sono perfettamente identici.

Dalla stessa Memoria rilevasi pure qual sia il presuntivo importo delle opere, che occorrono per compiere l'esecuzione del progetto Manetti, e che qui riproduco, distinguendole in quattro categorie e cioè:

Categoria prima.

Lavori indispensabili e che hanno d'uopo d'essere eseguiti in quel minor spazio di tempo che sarà possibile, se si vogliano evitare prossimi pericoli di guasti e perdite dei lavori già fatti, di guasti e perdite delle bonificazioni già ottenute, e di riproduzione delle paludi e della mal'aria.

Categoria seconda.

Lavori parimente indispensabili per ottenere la radicale sistemazione idraulica della valle, ma che possono, ed anzi che debbono, differirsi a'tempi più lontani senza alcun pregiudizio dei lavori in corso e col preacquisto della bonificazione dei laghi e delle circostanti spiaggie.

Categoria terza.

Lavori utilissimi ed in parte necessari alla integrale sistemazione idraulica della valle, ma da eseguirsi dai soli Consorzi di frontisti ed altri proprietari interessati, comechè classificabili nei lavori idraulici di terza categoria, secondo la vigente legge sui lavori pubblici del 20 marzo 1865.

Categoria quarta.

Lavori di colmate parziali d'interesse già demaniale ed ora privato in seguito all'alienazione di tutti i beni già costituenti i RR. possessi, e non indispensabili per la sistemazione idraulica della valle.

Categoria prima.

Influenti a sinistra. — Protrazione della Foenna, sua congiunzione coll'Esse, e ricapito nel canal maestro al ponte a Cesa, chilometri 10 a L. 50,000 al chilometro comprese le opere d'arte . . L.	500,000
Influenti a destra. — Canalizzazione delle Reglie delle Chianacce, dalla strada dei ponti di Cortona fino al ponte a Cesa, chilom. 13 1|5 a L. 40,000 al chilometro . . . . »	528,200
Ricapito dello scolo del ramo di Montecchio, chilometri 2 a lire 20,000 . . . . »	40,000
Ricapito degli influenti a destra ed a sinistra a valle del ponte a Cesa di chilometri 9, in complesso a lire 5,000 al chilometro . . . . . »	45,000
Regolatore del canal maestro al porto a Cesa . »	100,000
Costruzione di 10 serre dei fossi di Fontarronco e Frassineto a lire 5,000 per ragguaglio . . . »	50,000
Ricostruzione dei ponti d'Arezzo ed alla Nave . »	200,000
Ampliazione del ponte a Chianni . . . . . »	80,000
Abbassamento di metri 1. 20 della chiusa de'Monaci »	14,000
Riduzione conseguente dei molini. . . . . . »	30,000
Allargamento del canal maestro dal porto a Cesa alla Chiusa, chilometri 16. 52 a lire 10,000 . »	165,200
Approfondamento della scogliera a monte della chiusa, metri cubi 9,000 . . . . »	9,000
Rifondazioni di sette serre a lire 2,000. . . . »	14,000
Sistemazione d'influenti secondari. . . . . . »	50,000
Manutenzioni proporzionali di dette opere fino al loro compimento il 5 0|0 . . . . »	91,270
Totale delle perizie Corradini . . . . . »	1,916,670

A questa somma sono d'aggiungersi:

Indennità delle occupazioni dei terreni già appartenenti ai regi possessi ed ora di proprietà privata, ettari 150 a circa lire 2,400 . . . . . »	360,000
Spese di colmate provvisionali durante i lavori per impedire l'accesso della torbida nel canal maestro»	565,000
Manutenzione dei lavori già eseguiti, prima del 1866, dell'importo di circa lire 3,230,000 al 10 0|0 . »	323,000
Spese di direzione e sorveglianza ed impreviste 1|10»	316,167
Totale di prima categoria L.	3,480,837

Categoria seconda.

Inalveazione della Parce nel Salarco, chilometri 12 a lire 30,000 . . . . L.	360,000
Simile del Salcheto nella Parce, chilometri 1 . »	25,000
Sistemazione e ricapito del fosso a Cornio . . »	4,000
Sistemazione della Tresa nella Chiana perugina, chilometri 3 a lire 30,000 . . . . »	90,000
Indennità d'occupazioni, ettari 65 a lire 2,400 . »	156,000
Totale L.	635,000

Questa somma dovrà oltrepassare il doppio e fors'anco triplicare, perchè, oltre all'aggiunta delle manutenzioni. e del decimo di sorveglianza e d'imprevisti, sarà indispensabile il prolungare il canal maestro fino all'argine di separazione e l'allacciante destro fino quasi all'estremo meridionale del lago di Chiusi, per impedire ogni sbocco di torrenti comunque poco notevoli nel canal maestro, e prolungare l'allacciante sinistro fin sotto Dulciano per gli stessi motivi, e perchè il ricapito della Tresa nella Chiana perugina porterà alla conseguenza d'una riforma radicale dell'allacciante dei torrenti di città della Pieve, costrutto in base alla convenzione idraulica Tosco-Pontificia del 30 agosto 1820.

Categoria terza.

Inalveazione del Mucchia di chilometri 0. 33; dell'Esse di Cortona di chilometri 7. 50; dei Rii minori del Cortonese di chilometri 7. 00 e dei torrenti Castiglionesi di chilometri 14; ossia in tutto di chilometri 28. 83 a lire 25,000 al chilometro, comprese le opere d'arte	L.	720,750
Indennità di ettari 90 a lire 2,400	»	216,000
Totale	L.	936,750

Categoria quarta.

Colmata a sinistra dal Valloncello ai ponti di Cortona	L.	80,000
Deviazione della Foenna per tradurla nelle praterie di Creti, e Cassa sul canal maestro e sua demolizione	»	50,000
Colmata della zona dei terreni dai ponti di Cortona al porto a Brolio sulla destra	»	250,000
Deviazione del canal maestro dal porto a Broglio a Cesa	»	60,000
Colmata relativa	»	300,000
Restituzione del canal maestro sulla primitiva linea	»	170,000
Totale	L.	910,000

Chi volesse negare al progetto Manetti il merito d'una assai ingegnosa combinazione commetterebbe una grave ingiustizia, massime quando voglia considerarlo da quello stesso letto di Procuste, dal quale il suo autore non potè o non volle gittarsi.

Quel progetto infatti, qualora l'esecuzione avesse potuto conservarsi pienamente consona ai principî postivi a base, e particolarmente a quello enunciato all'articolo 106 della *Memoria* del 1840 (pag. 259), era tale da soddisfare a molti canoni della scienza e dell'arte. Considerando infatti questo progetto dal lato dei suoi principî informatori, si rileva che con esso:

1° Si tengono separate le acque chiare dalle torbide, conducendo le prime nel canal maestro per tutto il lungo suo

tramite di pendenza insufficiente a tradurre torbida senza interrirsi, e si conducono le acqne torbide in alvei di pendenze sufficienti a tradurle, perchè a termine dell'articolo 106 debbono tenersi possibilmente prossimi alle unghie dei colli in terreni elevati, in cui possono correre quasi sempre incassati, salve le piccole tratte attraversanti le valli influenti, che sole debbono richiedere adatte arginature;

2° Tutte le basse pianure poste fra i piedi dei colli latistanti al canal maestro possono scolare felicemente o con bassi arginelli al canale stesso con piccole chiaviche sotto i suoi argini, e quanto ai bassi piani delle valli del Cortonese, dell'Esse, della Foenna e del Salarco lo possono ugualmente con opportune botti rette sotto gli alvei allaccianti dei torrenti medesimi;

3° Tutte le confluenze dei torrenti sia negli allaccianti, sia nel canal maestro, seguono quasi tangenzialmente ai recipienti evitando gli scanni a monte delle confluenze e minorando gli urti delle correnti riunentesi ed i conseguenti ventri;

4° L'ultimo tronco del canal maestro debitamente ampliato, aumentato di pendenza con moderati abbassamenti della chiusa de'Monaci e sussidiato dalla chiamata di sbocco di questa, può ricevere innocuamente il torbido tributo dei due allaccianti dei grossi torrenti superiori e di quello dei minori torrenti ad esso tronco laterali;

5° La radicale sistemazione della valle si può ottenere senza più oltre distruggere con nuove colmate terreni già bonificati e fertilizzati, e nel minor spazio di tempo possibile, perchè riguardo al tempo l'esecuzione del progetto stesso si risolve nella questione della più o meno pronta disponibilità degli occorrenti capitali;

6° Finalmente colla creazione di tanti nuovi e capacissimi alvei si supplisce esuberantemente a tutte le ritenute d'acqua di piena che prima della sistemazione venivano operate dalle colmate e dalle bassure inondabili, e si pone lo scarico della piena della Chiana in Arno in condizioni d'assai maggior sicurezza pel Valdarno e per Firenze che non lo fossero quelle stesse, che esistevano prima del 1826, in cui fu fatto il primo

abbassamento della chiusa. Imperocchè le piene trattenibili negli ettari 465 di colmate esistenti nel 1838 sommavano ad un volume di . . . . M. c. 2,562,000

Le bassure inondabili potevano ritenere non più d' una metà di detto volume . . . . . » 1,281,000

Ed il canal maestro calcolato della sezione di 100 metri quadrati in piena, e della lunghezza di chil. 43.600 fino al margine del lago di Montepulciano, conteneva non oltre di . . . . » 4,360,000

Cosicchè il total volume di piena trattenibile dai detti serbatoi sommava a . . . . M. c. 8,203,000

Ora l'allacciante destro di chilometri 18.600 della sezione media in piena di 60 metri quadrati contiene . . . . M. c. 1,116,000

Il sinistro di chilometri 20.500 della sezione come sopra di metri quadrati 150 contiene . . » 3,750,000

Il canal maestro di 43.6 chilometri a 200 metri quadrati di sezione . . . . » 8,720,000

Totale M. c. 13,586,000

Da cui levando la capacità primitiva di . . » 8,203,000

Ammonta la maggior capacità di ritenuta delle piene a . . . . M. c. 5,383,000

Ma se fra i proponibili progetti di radicale sistemazione idraulica della Valdichiana questo del Manetti può giudicarsi fra i più razionali e pratici, a differenza di quelli del Torricelli e del Fossombroni, è pur debito di giustizia l' osservare che il merito dell'invenzione non è nè del granduca Leopoldo II (1), a cui piacque al Manetti d'attribuirlo, nè dello stesso com·

(1) « A tale difficile quesito un alto ed eminente sagace ingegno (S. A. I. e R. il granduca Leopoldo II) ha dato la seguente *nuova* e luminosa soluzione, imponendoci di svilupparne con opportuni riscontri i particolari. » (*Manetti*, Memoria del 1º articolo 84).

mendatore Manetti in particolare, ma sibbene della Commissione idraulica che sistemò nel 1820 la Valdichiana romana dall'argine di separazione delle due Chiane fin sotto Carnajola per 18 chilometri; Commissione che era costituita da due ingegneri romani, Gerolamo Scaccia e Clemente Folchi e da due ingegneri toscani, di cui l'uno era il Capei e l'altro lo stesso Manetti.

Quella sistemazione infatti, che venne completamente attuata dal 1820 al 1825, basavasi sugli stessi principî direttivi di quella proposta 18 anni dopo dallo stesso Manetti per la Valdichiana toscana, e l'unica differenza fra le due stava in ciò, che la prima importava un solo allacciante sulla sinistra, menzionato più sopra a pagina 267, in luogo di uno sopra entrambi i lati, e che per minor larghezza e lunghezza della valle esigeva opere in scala assai minore delle occorrenti per la seconda.

Certamente il signor Manetti, facendo pur parte di quella Commissione, avrà avuto anco una parte più o meno larga nel merito dell'invenzione, nè io qui venni rammentando un tal fatto per scemare il merito dell'illustre idraulico, ma perchè, da un lato è debito di giustizia il *tribuere cuique suum*, e perchè non essendo più il progetto Manetti un' invenzione *a priori*, ma avendo già fatta buona prova sopra una scala bastantemente estesa, abbenchè minore dell'attuale, ha il pregio notevole che sul suo valore intrinseco si può discutere *a posteriori*.

Ma per poter dedurre da quel fatto le probabili conseguenze di sua ripetizione nel presente caso, è d'uopo di analizzare se tutte le buone condizioni di quella sistemazione siano state riprodotte nella nuova, e se le meno buone siansi opportunamente emendate, o se per avventura non siansi introdotte modificazioni che, invece di migliorare, ne abbiano peggiorate le condizioni.

Alcuni miglioramenti vi si introdussero col deviare dal canale d'acque chiare, che ha principio all'estremo nord del lago di Montepulciano, se non tutti assolutamente, per lo meno la

massima parte dei torrenti, non lasciandovene defluire che pochissimi di tenue entità sulla destra, mentre nella sistemazione della Chiana romana per mire di economia si lasciarono decadere nel canal maestro vari torbidi torrentelli che lo espongono quasi ad ogni piena ad interrimenti ed a spese sproporzionate di spurghi; e col dare agli alvei ed alle loro arginature dimensioni assai meglio appropriate all'importanza dei torrenti influenti.

Ma se il progetto Manetti fu in questa parte meglio coordinato all'importanza della sistemazione idraulica della Valdichiana toscana, e se nelle proposte di massima contenute nelle sue *Memorie* sono enunciate norme giustissime a seguirsi nella redazione del progetto particolareggiato è di fatto che nella redazione effettiva scostossi alquanto da quelle norme con non poco pregiudizio dei risultamenti finali.

Infatti tanto dal confronto delle quote medie sul livello del mare del fondo dei vari alvei del progetto e dei piani di campagna a pag. 262 quanto dall'esame delle sezioni di quegli alvei si riconosce che le altezze delle arginature sovra quei piani varieranno da metri 2 a metri 3, mentre era fattibile d'incassare dovunque gli allaccianti in modo, se non di sopprimere ogni arginatura, di ridurle almeno a modicissime altezze, laddove quelli si fossero tenuti assai più prossimi ai piedi dei colli.

Vero è però che tale deviazione dalle basi del progetto non è attribuibile al Manetti, ma piuttosto al Granduca, che gli ingiunse di proporre un sistema, il quale, oltre al conservare tutti i terreni bonificati senza più oltre assoggettarli a nuove colmate, come esigeva quello del Fossombroni, conservasse ben anco la massima parte dei lavori già eseguiti; e siccome fra questi ultimi già trovavansi i prolungamenti della Foenna e dell'Esse nelle colmate laterali al canal maestro fra i ponti del Cherubino e di Cesa dovette egli approfittare di quei lunghi tronchi di nuovi alvei, dilatandoli soltanto di quanto occorreva a poterli far servire di allacciante dei tre torrenti riuniti, Esse, Foenna e Salarco, e successivamente anche del Salcheto

e della Parce, e fu a questa mira d'economia, che venne sacrificata la base pregevolissima del progetto lo che fece dire al Paleocapa che il progetto stesso si risolveva nel sostituire ad un solo canale arginato tre linee paralelle e prossime di canali del paro arginati e con argini d'altezze maggiori delle bisognevoli ad un solo canale.

Ora questo inconveniente ha d'uopo d'essere eliminato o per lo meno d'essere ridotto alla minima misura possibile il che si può benissimo ottenere senza abbandonare alcuno dei lavori eseguiti, come dirò fra poco, e questo difetto d'esecuzione del progetto, sebbene assai grave, credo che possa pur dirsi l'unico difetto notabile.

Vero è che il Paleocapa, notò non pochi altri difetti, fra quali per primo quello sopra rammentato di dividere le acque in tre canali anzichè tenerle riunite in un solo, e che fra le altre cattive conseguenze ha pur quelle di un grande sperpero di area occupanda, del bisogno di molta maggior pendenza e d'un maggior pericolo di successivi interrimenti.

Ma prima di tutto le due ultime conseguenze sarebbero temibili allora soltanto che i vari alvei si conducessero tutti per terreni privi della pendenza sufficiente alla condotta delle diverse nature d'acque loro assegnate, ma quando l'alveo corrente nel terreno di piccola pendenza non ha da condurre che acque chiare e che agli alvei che debbono condurre le acque torbide si assegna un terreno avente pendenza sufficiente a condurre quelle acque, senza che abbi d' uopo d' accrescerla cogli interrimenti, io non saprei vedere di quale errore possa accusarsi un sistema riuscente a quelle due conseguenze. È fuor di dubbio che un solo canale capace di condurre tutte le acque senza distinzione di chiare e di torbide, quale sarebbe stato quello da me proposto, sarebbe di gran lunga preferibile al sistema della divisione delle acque, ma per ciò solo non potrebbesi giudicare questo sistema per erroneo in arte. L'error vero in questa parte non sta nel principio adottato dal Manetti ma nel modo d'attuarlo, pel quale i due allaccianti furono condotti per terreni troppo depressi sì da aver bisogno

entrambi di due linee d'arginature, mentre si sarebbero potuti condurre pienamente incassati in alti terreni senza dar luogo ad alcun pericolo di rotte; gli è questo, replico, il vero e solo errore della sistemazione Manetti, ma fortunatamente un tale errore è rimediabile senza dar occasione a spese notevolmente maggiori di quelle, che avrebbonsi dovute incontrare con un'immediata migliore esecuzione.

Quanto al grave inconveniente di consumare una doppia anzi quasi tripla area produttiva è il caso di dire: oh errore fortunato! imperocchè gli è appunto a quest' errore che è dovuto il pregio notevolissimo di poter farla finita colle colmate senza perdere i loro due grandi benefizi e cioè quello di evitare gli interrimenti degli alvei dei torrenti e del canal maestro e di porgere capaci serbatoi alle acque di piena per diminuire la portata della massima piena della Chiana in caso di contemporaneità con quella dell'Arno e per ritardarne l'arrivo in Arno stesso. Gli è certo che questi benefici si sarebbero pur ottenuti anche col mio progetto e con minor consumo di aree utili, ma una volta deciso di non volerne sapere di siffatto progetto, io credo fermamente che quello che vi fù sostituito sia ancora la migliore delle possibili combinazioni.

Il Paleocapa oppone poi le seguenti altre eccezioni al progetto Manetti , e cioè:

1° Che esso non consente successioni di lavori, come ne consentirebbe il suo progetto perchè una volta allacciati i torrenti è d'uopo che l'ultimo tronco di canal maestro e la chiusa siano pienamente sistemate in modo da poterne ricevere le piene.

2° Che la pensilità degli allaccianti esporrà la pianura alle tristi conseguenze di continue rotte e specialmente verso il canal maestro con irruzioni in esso delle piene degli allaccianti cadenti da livelli assai più elevati di quello del pelo dello stesso canale.

3° Che le spese di tutte le opere necessarie a compiere la sistemazione Manetti , debbono riuscire assai ingenti, ed ingentissima poi quella di loro successiva manutenzione non

tanto per la moltiplicità delle opere stesse quanto per guasti loro derivanti da sei linee paralelle d'arginature e specialmente dalle notevoli loro altezze.

Il primo dei detti inconvenienti è innegabile, ma è tale solamente in oggi, in cui lo Stato non possiede più i grandi latifondi, che possedeva all'epoca in cui il Manetti propose il suo progetto, imperocchè a quell' epoca potevasi sempre trattenere in colmata i torrenti sopra alcuni dei bassi terreni demaniali e non dar loro libero corso negli allaccianti fino a che l' ultimo tronco di canal maestro fosse ridotto alla profondità, ampiezza e pendenza normale per innuocamente riceverli. In oggi pertanto urge che queste ultime opere siano eseguite il più sollecitamente possibile ma non pertanto, io credo, che ove si desse subito libero corso all'ultimo tronco della Chiana tenendone aperti continuamente i più bassi scaricatori di sinistra potrebbesi già far fronte a gran parte delle esigenze dei torrenti che influissero trattenendo in colmate provvisionali soltanto taluni dei più torbidi.

Ho già notato più d'una volta il secondo degli inconvenienti, ma trovo però necessario d'osservare che il Paleocapa crede che gli allaccianti corrano sopra fondo assai più elevato del vero sul piano delle campagne. Ora ciò non è, ed a chiarirsene basta all'uopo l'esame del prospetto a pag. 262, ossia delle quote medie segnate *m* del fondo degli allaccianti e delle laterali campagne. Da tal esame si scorge che il fondo rimane depresso per ragguaglio di metri 0. 62 sotto il piano di campagna nel nuovo Salarco, per chilometri 3. 566; di metri 2. 48 per l allacciante sinistro di chilometri 9. 893 dalla foce dell'Esse a quella dell'allacciante stesso nel canal maestro; di metri 0. 70 per i primi chilometri 11 · 1|2 dell'allacciante a destra, e di metri 1. 94 per successivi chilometri 7 dello stesso, e che soltanto il tronco di chilometri 7 d'allacciante sinistro, in cui debbono scorrere la Foenna ed il Salarco uniti, ha un fondo elevato per ragguaglio sul piano di campagna di metri 0. 14. Ed è degno di considerazione il fatto che a formare la

differenza media fra il fondo degli alvei e le campagne latistanti entrano anche gli attraversamenti delle larghe e basse valli della Foenna e dell'Esse di Cortona, lungo le quali i letti degli allaccianti sovrastano notevolmente e necessariamente alla campagna, per lo che lungo tutti i tronchi residui gli alvei sono sempre incassati da uno a due e più metri, mentre poi la pensilità dei tratti d'attraversamento delle valli potrà essere tutelata da arginature più robuste. Del resto poi, colla modificazione che sarò per proporre, le arginature di tutti gli allaccianti, finiranno col ridursi di sì piccola altezza da rendere infrequentissime le rotte e di poco rilevanti conseguenze.

Finalmente rispetto alla spesa, tanto capitale di esecuzione completa del progetto Manetti, quanto annuale di successiva manutezione è innegabile che riuscirà cospicua. Abbiamo infatti veduto che le spese già fatte a tutto il 1865 dalla antica e nuova direzione idraulica della Valdichiana ascesero a L. 3,106,483 02 senza contar quelle eseguite dall'amministrazione dei reali possessi calcolabili a circa lire 1,200,000 e che le spese che rimangono a farsi della categoria prima ascenderanno a circa lire 3,480,837. La sistemazione pertanto della valle dal lago di Montepulciano alla chiusa dei Monaci finirà per costare in base all'attuale progetto Manetti circa lire 7,800,000 e colle aggiunte e modificazioni occorrenti 8,800,000 ed aggiungendovi quella del tratto dei laghi la spesa totale finirà ad ascendere a dieci milioni e mezzo.

Ora da un calcolo presuntivo da me eretto mi persuasi che il progetto Gaci da me sviluppato non avrebbe costato di più, e sarebbe stato di gran lunga migliore, ma non sono egualmente persuaso che lo stesso potrebbe dirsi del progetto Paleocapa, a fronte della necessità di pagare enormi somme d'indennità d'occupazioni e di impiegare tre quarti o tre ottavi di secolo nella esecuzione delle colmate secondo che le zone a colmarsi dovessero tenersi larghe 500 o 250 metri.

Anche le spese di manutenzione risulteranno nel sistema Manetti di gran lunga maggiori di quelle, che sarebbero riuscite nel sistema da me proposto, ma anch'esse diminui-

rebbero d'assai qualora gli allaccianti si incassassero due metri di più, come sarò per proporre, ed una volta raggiunto tale incassamento non saprei prevedere a *priori*, quale fra i due sistemi Manetti e Paleocapa sarebbe per riuscire di più costosa manutenzione, imperocchè le corrosioni delle sponde dei torrenti incassati in totalità od in parte diventano affari dei frontisti, e nei tronchi a sezioni più arginate che incassate vi hanno bensì spese annuali di ripari, ma queste bastano a mantenerli rettilinei, mentre, laddove i torrenti corressero per lunghe tratte più o meno pensili fra larghe ed alte golene affidando esclusivamente ad esse l'ufficio di mantenerli fra gli argini in ritiro, come richiederebbe il sistema Paleocapa, senza uopo d'alcun rimedio d'arte, quei corsi comincierebbero a viziare, si presenterebbero in breve le botte, e quando queste si spingessero fino presso ai limiti delle zone di colmata si porrebbe la pianura sottostante in condizioni ben più critiche di quelle in cui si porrebbe, se attraversata da un torrente più o meno incassato.

Riassunti così il prò ed il contro, che a parer mio poteva dirsi sul progetto Manetti, mi farò ora ad esporre sommariamente le modificazioni che crederei opportune d'introdurvi, e quant'altro sarebbe a farsi per mandarlo a compimento.

Tali modificazioni e disposizioni sono le seguenti:

1° Espropriare il molino de'Monaci e sopprimerne la derivazione, salvo ad utilizzare, se sarà del caso, quella porzione di salto che rimarrà disponibile dopo la integrale esecuzione delle opere di sistemazione, e dare intanto immediato corso alle acque senza tura mobile ed a scaricatori pienamente aperti.

2° Abbassare la soglia della chiusa de'Monaci due metri di più del prescritto in progetto, ossia fino a metri 7.43 sotto l'orizzontale, e metri 3. 14 sotto la soglia attuale.

3° Escavare il canale dalla chiusa al ponte a Cesa col sussidio della corrente, come è accennato a pag. 248 art. 7°, in modo da fargli assumere la pendenza di metri 0. 40 per chi-

lometro e regolarne la sezione con 20 metri sul fondo e banchine di 5 metri ad ogni metro d'altezza sostenute da scarpe di due metri di base fino all'altezza di 5 metri ed a scarpa dell'uno e mezzo di base per uno d'altezza senza banchine per la parte superiore fino al piano di campagna.

4° Costrurre la chiavica attraverso al canal maestro a monte delle foci degli allaccianti sopra chiusa o serra stabile a stramazzo di due metri d'altezza.

5° Escavare il fondo del canale maestro dalla chiavica di porto a Cesa fino ai ponti di Cortona di metri 0. 90, conservandogli l'attuale sua pendenza e dai ponti suddetti all'insù fino alle chiarine di Montepulciano coll'accrescere la pendenza di quanto è dovuto alla maggiore caduta di 90 centimetri.

6° Escavare nella mezzaria di ciascuno degli allaccianti un canale profondo metri 2. 00 sotto il loro fondo di progetto, di larghezza in bocca dal terzo alla metà del'a larghezza attuale del fondo stesso impiegando la terra d'escavazione a rinforzare gli argini verso la corrente con banche d'un metro circa d'altezza e munendo le foci di serre alte metri 0.90 da abbassarsi successivamente in varie riprese.

7° Rifondare o costrurre tutte le serre agli sbocchi dei torrenti negli allaccianti e nel canal maestro in relazione al maggior approfondamento generale di due metri, costruendo la parte superiore delle nuove serre in modo di poterle agevolmente decapitare d'altrettanta misura per procurare analoghi approfondamenti superiori nei letti degli stessi torrenti.

8° Rifondare e ricostrurre in relazione al nuovo approfondamento tutti i ponti del canal maestro.

9° Sopprimere le colmate dei prati di Creti e Montecchio proposte farsi colle torbide della Foenna e dell'Esse, lasciando ai loro proprietari di assicurare il pieno scolo di dette praterie sia con scolo prolungato fino a valle del ponte a Cesa, sia con chiavica di scolo, e provvedere al temporaneo ricetto dello torbide della Foenna con qualche altra colmata a sinistra oltre a quella dal Valloncello ai ponti di Cortona, qualora ciò fosse indispensabile prima del compimento dell'ultimo tronco di fiume-canale.

10. Abbassata che sia la soglia della chiusa de'Monaci di metri 3. 14, demolire l'arco del ponte e dividerne la luce di metri 18. 30 in sette parti di metri 1. 757 di larghezza caduna, mediante sei pile rostrate di granito d'un metro di grossezza, alte metri 2. 50 e costrurre sulle pile e spalle una briglia architravata alta metri 7. 50 con coperta di lastroni di pietra. Delle sette luci, le sei laterali saranno chiudibili con paratoie striscianti contro un sistema di rotelle appoggiato ai battenti dei gargami scolpiti nelle pile, e la luce centrale rimarrà sempre libera.

11. Mettere in esercizio durante le piene il callone di Valiano facendo sboccare nel canale maestro l'acqua dei laghi dal ciglio di soglini o stramazzi d'assoni elevati alla maggiore altezza tollerabile dalle migliori campagne circostanti ai laghi, operando allo stesso callone e sua diga trasversale gli opportuni ristauri.

12. Abbandonare ai Consorzi Cortonesi e Castiglionesi la sistemazione dei loro torrenti, che non interessano che un limitato territorio, salva l'immissione degli attuali nell'allacciante destro ed il sotto passaggio ad esso degli scoli d'acque chiare.

13. Compiuta che sia la bonificazione dei laghi e delle bozze chiusine sotto un piano estendentesi da un metro sul piede dell' argine di separazione fino al ciglio delle chiarine di Montepulciano, allacciare a destra le Reglie scendenti dai colli perugini e la Reglia di Valiano fino ad unirle all' allacciante destro alla foce del Musarone, ed a sinistra i torrenti di Dulciano colla Parce e col Salcheto immettendoli nel nuovo Salarco con pendenza non minore di 70 centimetri per chilometro.

14. Inalveare la Tresa nell'allacciante dei torrenti di Città della Pieve togliendogli l'interruzione che ora presenta contro una punta sporgente di roccia ed eliminando così dal suo canale maestro ogni sbocco d'acque torrentizie.

L'assoluta necessità di dar tosto libero corso alle acque pel più basso sbocco possibile della chiusa dei Monaci, ossia

per gli scaricatori, sopprimendo la chiusa mobile, ha per conseguenza di rendere inattivo il mulino. Pel progetto Manetti è preveduta la spesa di lire 30,000 per mantenerlo attivo anche dopo un ribasso di metri 1.14, ma è evidente che portando il ribasso a metri 3.14, quella spesa diverrebbe assai maggiore senza togliersi con ciò la servitù di un opificio, che non può a meno di non pregiudicare al libero esercizio e maneggio della chiavica, molto più che in piena, potendosi le acque elevare fino a 10 metri, l'esercizio del mulino diverrebbe quasi impossibile. Credo quindi esser miglior partito il sottoporsi al sacrifizio di espropriare quell'ente che non avrebbe mai dovuto comprendersi negli alienabili.

Le modificazioni proposte agli articoli 2°, 3° e 6° sono quelle che debbono rimediare all'errore d'esecuzione del progetto Manetti e mediante le quali le piene degli allaccianti o non si eleveranno sul piano di campagna o non vi si eleveranno che due metri di meno di quanto farebbero col progetto in corso, sicchè le loro arginature acquisteranno tal grado di stabilità e sicurezza da non poter più dare alcun timore di rotte e nel non creduto caso che qualcuna ne avvenisse, si limiterebbe ad un semplice rottazzo. Il proposto abbassamento della chiusa non potrà più dar luogo ad alcun disordine se verrà eseguito gradualmente, opinione pur divisa dal Paleocapa, che propose quell'abbassamento maggiore di 0. 57 del da me sopra proposto all'articolo 2°, e lo potrà tanto meno che si limita a soli metri 0. 286 sotto le soglie degli attuali bassi scaricatori a sinistra, che fungono innocuamente il loro ufficio già da otto anni.

Le prescrizioni degli articoli 7° ed 8° sono conseguenze immediate delle precedenti modificazioni.

Anche la modificazione dell'articolo 4° è una conseguenza del maggior abbassamento della chiusa, ma una conseguenza assai utile, perchè mette il custode della chiavica di porto a Cesa in condizione di non poter danneggiare il tronco superiore del canal maestro in caso d'un subitaneo arrivo di piena che gli impedisse, specialmente di notte, di accorrere all'immediata chiusura delle porte.

Ho poi creduto assai più conveniente l'approfittare dei 90 centimetri di maggiore approfondamento subibile dal fondo del canal maestro al porto a Cesa, pel fatto della riduzione della pen lenza chilometrica da 0. 455 a 0. 40, per approfondare di 90 centimetri il fondo dello stesso canale dal porto a Cesa ai ponti di Cortona, anzichè per stabilirvi uno stramazzo più elevato della stessa misura, o per aumentare uniformemente la pendenza di tutto il canale d'acque chiare, in quanto che il tronco fino ai ponti di Cortona essendo fiancheggiato sulla destra dalle basse praterie di Creti e di Montecchio nè convenendo, come è proposto all'articolo 9°, l'eseguirne la colmata coi torrenti di sinistra progettata dal Manetti, l'uniforme approfondamento di metri 0. 90 riuscirà assai vantaggioso al loro scolo quand'anco l'operazione della costosissima loro colmata non fosse trovata di convenienza neppure dai nuovi proprietari, oltrechè portando l'aumento di caduta sul solo tronco superiore dai ponti di Cortona al lago di Montepulciano se ne accresce in maggior misura la pendenza chilometrica con maggiore probabilità di convogliare senza interrimenti le torbide, che non avessero avuto agio sufficiente a depositarsi nei laghi.

Ho già accennato a pagina 250 quali siano i felici effetti che possono ripromettersi dalle forme assegnate alle sezioni, tanto del canal maestro, quanto degli allaccianti, nè la verificazione di tali effetti potrebbe essere contestabile col fatto che gli alvei naturali non assumono quelle sezioni; prima di tutto, perchè se questa forma non è la naturale, vi si approssima però d'assai supplendovi quest'ultima coi fondi concavi e colle spiagge alluvionali d'una delle sponde, che conducono agli stessi effetti, ed in secondo luogo, perchè se il principio che tutto ciò che fa la natura non potesse mai ricevere miglioramento dall'arte, la miglior idraulica possibile consisterebbe nel non far nulla e lasciar operare la natura, con qual guadagno poi dei campi, degli abitati, dell'aria e degli uomini è agevole l'immaginarlo.

Le dimensioni assegnate alle varie parti della gran chiavica

della chiusa dei Monaci sono tali che sotto un'altezza d'acqua di metri 10 sulla soglia le nove bocche dei tre scaricatori e le sette proposte sotto la briglia potranno scaricare 310 metri cubici d'acqua al minuto secondo, ossia di più di quanto ne scaricò la massima piena del 29 ottobre 1859, che limitossi a 290. Gli scaricatori ne somministrerebbero 147 e 163 il corpo della chiavica; colla chiusura di un solo dei due ordini di bocche l'efflusso si ridurrebbe a metà, senza contare che non potrebbe giungere al massimo fuorchè dopo che tutto il gran serbatoio fra le due chiaviche si fosse gonfiato fino al ripiano superiore della briglia, e nel caso quasi impossibile che, in onta alle tante cause naturali ed artificiali che farebbero posticipare l'afflusso della piena della Chiana in Arno a quello della piena dell'Arno stesso alla foce della Chiana, perdurasse ancora la piena stessa quando il serbatoio fosse riempiuto a tutta altezza della briglia, sarebbe ancora disponibile la risorsa di lasciarne elevare ancor più le acque e stramazzare dalla briglia stessa senza obbligo di dover aprire tutte ad un tempo le 16 bocche della chiavica, e senza alcun pericolo di superiori inondazioni.

In ogni caso poi la bocca di mezzo della chiavica dovrà sempre rimanere aperta al fine di tener continuamente spazzato il *thalweg* del fondo da qualunque momentaneo deposito.

Sebbene dalle *Memorie* pubblicate dal Manetti e dalle tavole planimetriche ed altimetriche edite sotto la sua direzione non si rilevino le opere complementari da eseguirsi dopo avvenuto il bonificamento dei laghi, scorgesi però dalla *Memoria* Corradini che Parce e Salcheto coi torrenti influenti e laterali dovranno inalvearsi per congiungersi col nuovo Salarco. Ora questa nuova inalveazione, che col progetto in corso d'esecuzione potrebbe incontrare qualche difficoltà nelle pendenze, verrebbe pienamente assicurata coll'incassamento di metri 2 degli allaccianti, dovuto alle modificazioni degli articoli 2°, 3° e 6°, e che alll' occorrenza potrà portarsi fino a metri 2. 90, Neppure la *Memoria* Corradini fa cenno del prolungamento a mezzodì dell'allacciante destro per raccogliere le acque dei

torrenti perugini, ma quantunque i detti torrenti siano di poca entità, non crederei possibile l'intero bonificamento del territorio chiusino senza questo complemento, imperocchè il canal maestro apribile nella colmata dei laghi non potrà avere più di 30 centimetri di pendenza, e qualunque poca entità di torbida vi dovesse stabilmente entrare ne disordinerebbe il fondo con grave pregiudizio degli scoli chiusini; gli è per questo motivo che a complemento della bonificazione credo necessario il prolungamento dell'allacciante destro con pendenza di 0. 70 per chilometro.

Quando si intavolarono le trattative che condussero alla Convenzione idraulica del 1820 i Commissari toscani, con motivi eminentemente giusti sia rispetto al diritto, sia rispetto all'arte, chiesero che la Tresa, torrente pontificio, dovesse comprendersi fra i torrenti da convogliarsi al Tevere, ma i Commissari romani, o piuttosto la sacra Congregazione delle acque, aveva decretato con giustizia tutta clericale che, piuttosto di ricevere la Tresa, si troncasse ogni trattativa; fu quindi giuocoforza alla Toscana di subire la prepotenza Pontificia, come l'aveva dovuta sempre soffrire in tutti i decorsi secoli a proposito delle acque della Chiana, e ciò che un Tiberio aveva avuto riguardo di non pretendere da sudditi coloni, pretesero sempre i romani pontefici da un Governo indipendente in diritto, ma tenuto in ischiavitù dalla catena cattolica.

Ora però che l'Umbria non è più papale, ma appartiene come la Toscana, al regno d'Italia, questa ingiustizia deve cessare; nè io ne propongo la cessazione solamente per proporre un atto di giustizia, ma perchè l'allacciamento della Tresa sarebbe economicamente impossibile nella Valdichiana toscana. Infatti per condurla nel Salarco dovrebbe percorrere 23 chilometri, pei quali occorrono metri 16. 10 di caduta. Ora attualmente le quote del fondo della Tresa di fronte all'argine di separazione, e del Salarco alla sua foce in Foenna, sono rispettivamente 247. 63 e 247. 75, cosicchè la caduta attuale è di metri 0. 12, il che è quanto dire

che bisognerebbe allacciare la Tresa in un punto che si trovasse a 16 metri d'altezza sul fondo, che ha di fronte all'argine di separazione, e tenuto conto dell' approfondamento di metri 2, che dovrebbero subire tutte le nuove inalveazioni, bisognerebbe allacciarla a 14 metri d'altezza, ossia forse a 14 chilometri a monte dell'argine stesso, traducendola sulla falda dei colli di Chiusi e Dulciano con un acquedotto lungo almeno un chilometro ed alto 14 metri sul piano della valle. Se poi si volesse condurre la Tresa sulla destra fino alla foce del Musarone, il percorso del prolungamento dell'allacciante, dovendo rigirare il tortuoso piede dei colli, riuscirebbe di 25 chilometri, e la cadente bisognevole di metri 17. 50 e poichè le quote estreme del fondo sono rispettivamente 249.05 al Musarone e 247. 76 all'argine di separazione, così, tenuto calcolo dei 2 metri d'abbassamento, bisognerebbe prendere la Tresa sulla sua valle a metri 16. 80 sopra al suo fondo attuale presso l'argine di separazione, ossia a circa 17 chilometri allo insù, o girando le falde dei due versanti del colle, che separa la valle della Tresa dal bacino orientale del lago di Chiusi, o perforando con lunga galleria il colle stesso. Le quali enunciazioni bastano a giustificare la proposta, giacchè invece, per condurre la Tresa nell'allacciante dei torrenti di Città della Pieve, basterebbe prenderla a pochi decimetri appena d'altezza sul suo fondo attuale.

La derivazione della Tresa dalla Chiana toscana nella romana, oltre al trovarsi proposta dal Manetti, venne pure di recente proposta dal signor Bianchini, uno dei deputati della bonificazione della Valdichiana, il quale però spinse la sua proposta assai più oltre, e cioè di ritornare al Tevere tutti i torrenti ora influenti nei laghi, Tresa, Parce, Salcheto e Salarco.

Ora se per questi ultimi tre militassero tutte le ragioni di diritto, di equità e di arte, che militano per la Tresa, io converrei pienamente colla proposta del signor Bianchini, ma siccome io non credo che il deviare i suddetti tre torrenti ed altri minori loro prossimi nella Chiana romana sarebbe per

costare sensibilmente di meno che l'unirli ai due allaccianti del progetto Manetti, e d'altronde le loro acque già da secoli defluiscono nell'Arno ed il loro bacino esiste tutto in quello della Chiana toscana, a differenza di quello della Tresa che esiste tutto in quello della romana; così non sono d'opinione che si possa accogliere la proposta Bianchini, che non potrebbe a meno di sollevare un vespaio di reclami e di malcontenti per parte del Consorzio di Città della Pieve e che d'altronde sarebbe di ben piccolo sussidio al regime della Chiana e dell'Arno perchè riguarderebbe torrenti di assai tenui bacini e la di cui distanza dalla foce in Arno farebbe sì che le loro acque vi giungerebbero a piena già passata.

Ed ora riassumendo e conchiudendo io porto opinione:

1° Che non possa essere sotto nessun rispetto conveniente ed opportuno, allo stato attuale delle opere di sistemazione idraulica della Valdichiana, l'escogitare nuovi progetti basati sovra principî diversi da quelli su cui si fonda il progetto Manetti;

2° Che possa essere conveniente e necessario di modificare, o, a meglio dire, di completare il suddetto progetto coll' eseguire in un primo periodo di 15 a 20 anni al più il progetto medesimo colle esclusioni, modificazioni ed aggiunte accennate nei primi dodici articoli delle pagine 277, 278 e 279 e collo eseguire, dopo trascorso il tempo necessario alla completa colmazione dei laghi, le opere indicate negli ultimi due articoli;

3° Che l'esecuzione delle opere del primo periodo importerà la spesa di quattro milioni a quattro milioni e mezzo a carico per metà dello Stato e per metà delle provincie d'Arezzo, di Siena e dei consorzi di Valdichiana;

4° Che l'esecuzione delle opere del secondo periodo potrà importare circa un milione e mezzo, da cui però dovrebbe dedursi il valore di 1,000 ettari di eccellente terreno ottenibile dalla colmazione dei laghi, che l'amministrazione idraulica dovrà curare, non venga indebitamente usufruito dai frontisti;

5° Che l'esecuzione delle opere del primo periodo avrà per conseguenza:

a) Di far incassare il canal maestro, gli allaccianti, gli ultimi tronchi dei torrenti influentivi e tutti i colatori, in modo da impedire che i loro peli di piena per la massima parte di tutti i loro sviluppi si elevino oltre i livelli dei piani delle campagne; e che nelle brevi tratte di bassure, che potranno essere sorpassate dai detti peli d'acqua, potranno bastare a contenerli arginelli di un metro o poco più;

b) Di dare a tutte le campagne uno scolo libero al canal maestro, non escluse le basse praterie di Creti e di Montecchio, salvo i brevi periodi di grosse piene; durante i quali le inondazioni potranno essere impedite o da chiaviche di scolo, o da un colatore immittente a valle del ponte a Cesa;

c) Di far cessare ogni bisogno di ulteriori colmate, salvo ai proprietari d'eseguire a tutte loro spese quelle che per avventura stimassero utili ai loro interessi;

d) Di diminuire sensibilmente le portate di piena della Chiana trattenendone una buona parte negli ampi serbatoi degli allaccianti e del canale maestro, e massime nell'ultimo suo tronco di fiume-canale, capaci di contenere oltre dodici milioni di metri cubi di più di quanto potevano trattenere i vecchi alvei, le colmate e le inondazioni delle bassure;

e) Di ritardare il deflusso della piena della Chiana in Arno più di quanto lo possano già ritardare le condizioni idrologiche del bacino della Chiana, col maneggio intelligente delle chiaviche di Valiano, di Cesa e della chiusa de'Monaci;

f) Di ridurre le spese di manutenzione ad opere ultimate meno onerose delle occorrenti a sistemazione in corso d'esecuzione col rendere in gran parte inutili ed in parte di stabilità esuberante le arginature eseguite e da eseguirsi prima della loro ultimazione;

g) Finalmente di permettere l'esecuzione d'una derivazione per irrigazioni e movimenti di opifici dal Trasimeno e la libera condotta nel piano di Valdichiana di tutti i canali secondari d'irrigazione, senza incontrare le gravi difficoltà d'attraversamento dei canali esistenti e che si incontrerebbero con una fitta rete di arginature;

6° Che l'esecuzione delle opere del terzo periodo avrà per conseguenza la completa sistemazione di tutto il territorio chiusino laterale ai laghi, eliminerà ogni eventualità di spurghi straordinari del canal maestro di scolo dovuti al residuo di torbide che non si depositassero nei laghi, farà acquistare 1,000 ettari di ottimo terreno, e coll'occasione di dover immettere la Tresa nell'allacciante dei torrenti di Città della Pieve, e quindi nella Chiana romana sotto lo sbocco d'Astrone, migliorerà d'assai le condizioni di quel Consorzio;

7° Che queste ultime opere avranno bensì per conseguenza di sopprimere i due serbatoi dei laghi della capacità di dieci milioni di metri cubici, ma vi sostituiranno tre alvei del complessivo sviluppo di 50 chilometri e sottrarranno alla Chiana le piene della Tresa, sicchè l' efflusso delle piene della Chiana in Arno rimarrà tuttavia in migliori condizioni delle attuali e di quelle che presentava il 1838.

RETTIFICAZIONE ALLA *PARTE PRIMA* (1)

Pagina 354 linea 35 — *Errata* 330 anni / *Corrige* 400 anni

NOTA.

A togliere ogni ombra di contraddizione fra quanto è detto nella *prima* e nella *seconda* Parte di questa Memoria, rispetto alle variazioni, che potrà subire il regime della Chiana alla sua foce nell'Arno, dipendentemente dalla sistemazione idraulica della Valdichiana, dirò: che nella *prima parte* partii sempre dall'ipotesi che tale sistemazione non dovesse consistere in altro che nel convogliare i torrenti arginati, per la più breve via, al canal maestro, e nel dare a tutti gli alvei dimensioni e pendenze sufficienti al libero deflusso delle acque senza dar luogo a qualsiasi interrimento.

A ragione pertanto affermava che, come già i seguiti abbassamenti della chiusa e le opere di sistemazione del canal maestro in corso d'esecuzione

(1) V. vol. IV — Anno 1866 — *Parte non Ufficiale* pag. 225.

da quasi un secolo, e massime dopo il 1838, ebbero per effetto d'accelerare il corso delle acque e di accrescere la piena della Chiana in Arno, il completamento della sistemazione avrebbe rese vieppiù sensibili queste variazioni di regime delle acque della Chiana, e fu perciò che, sebbene il fatto abbia insegnato che l'accelerazione del deflusso e l'incremento delle piene non hanno recato sensibili pregiudizi al regime dell'Arno, perchè quelle piene furono sempre posteriori a quella dell'Arno stesso, pure suggerii a pag. 374, che sarebbe stato prudenziale il cercar modo di ritardare vieppiù il loro deflusso per viemeglio esser certi che giungerebbero mai sempre all'Arno dopo il passaggio della massima piena dello stesso Arno, senza tuttavia perdere i vantaggi della sistemazione della Chiana.

Nella *seconda parte* invece, dopo che dall'analisi del progetto Manetti ebbi a provare che, fra i due allaccianti ed il canal maestro sistemato a maggior sezione, le acque di piena avrebbero avuto tale incremento di capacità d'alvei da superare notevolmente quella che loro offrono gli alvei, le colmate e le inondazioni attuali, e dopo che ebbi a proporre d'accrescere il total volume di quei serbatoi obbligando le piene ad elevarsi nell'ultimo tronco di 16 chilometri da porto a Cesa alla chiusa de'Monaci, in modo che l'attuale volume di massima piena non potesse effluire per le 16 bocche della chiusa, fuorchè quando avesse assunta sulla di lei soglia l'altezza di dieci metri, potei con tutta sicurezza asserire che la Chiana, così sistemata, avrà sempre le sue piene più ritardate e meno grosse delle attuali, senza che tale asserzione possa tacciarsi di contraddittoria in qualche modo a quanto ebbi ad asserire nella *parte prima.*

Ho creduto necessario questo schiarimento ad evitare sull'argomento qualunque dubbio od eccezione.

FINE

SULLA

SISTEMAZIONE IDRAULICA

DELLA VALDICHIANA

APPENDICE

ALLA PARTE SECONDA DELLA MEMORIA

DELL'ING. CARLO POSSENTI

ISPETTORE DEL GENIO CIVILE

FIRENZE

TIPOGRAFIA DELLE MURATE

Via Ghibellina, num. 8.

1868

APPENDICE ALLA PARTE SECONDA

DELLA

MEMORIA SULLA SISTEMAZIONE IDRAULICA DELLA VALDICHIANA

dell'Ing. Carlo Possenti Ispettore nel Genio Civile.

Estratto dal Giornale del Genio Civile, Anno VI, pag. 97.

Fra le varianti da me proposte al progetto Manetti *sulla sistemazione idraulica della Valdichiana*, v' ha quella di ridurre la chiusa de' Monaci dalla forma di stramazzo a quella di bocca a battente, mediante briglia sollevata metri 2,50 sulla soglia ed alta metri 7,50, sostenuta da sette vòlte poggianti sopra sei pile di granito di metri 1,00 di grossezza, dividenti l'ampiezza della chiusa attuale in sette luci di metri 1,75 di larghezza cadauna, e di munire le sei luci laterali di paratoie, da abbassarsi più o meno secondo il bisogno nei casi straordinarissimi di *massime piene contemporanee* dell'Arno e della Chiana.

Per verità, io stetti alquanto perplesso nel fare quest'ultima proposta, e non mi vi decisi che allo scopo di sempre più tranquillizzare gli animi dei Valdarnesi e dei Fiorentini, e nella convinzione, che i casi in cui potrebbe essere opportuno di far uso delle paratoie sarebbero stati pressocchè secolari; ma pensando più maturamente a quella proposta mi sorse il dubbio, che, per quanto rigorose potessero essere le prescrizioni da farsi al custode della chiusa, il solo fatto dell'esistenza delle paratoie potrebbe facilmente dar luogo ad abusi ed arbitri generatori d'inconvenienti maggiori d'assai dei vantaggi verificabili nei rarissimi casi, in cui potesse essere veramente conveniente di

farne uso, nel combinato interesse tanto della Valdichiana, quanto del Valdarno.[1]

Fu perciò che, in un articolo pubblicato nel n° 21 del *Giornale d'Agricoltura del Regno d'Italia* del Prof. Botter di Bologna, per rispondere ad alcune osservazioni critiche fatte dall'egregio Sig. Ing. Angelo Manfredi alla da me proposta forma di chiusa de' Monaci, colsi l'occasione di proporre la soppressione delle sei paratoie, dimostrando però con argomenti e criteri idraulici generali l'opportunità della briglia all'effetto di diminuire la portata di piena della Chiana alla sua foce in Arno, e dimostrando del pari l'insussistenza di tutti gli inconvenienti, che il Sig. Manfredi temeva dalla presenza di quella briglia, tanto più dopo d'avervi soppresse le paratoie.[2]

Vero è che una volta decisa tale soppressione, si potrebbe muover dubbio sulla opportunità di dividere la chiusa piuttosto in sette, che in un minor numero di luci ed anco di disporla

[1] Mi credo in obbligo di dichiarare francamente, che da ulteriori appositi calcoli mi risultò, che anche in questi rarissimi casi la chiusura delle luci non potrebbe, senza dar luogo a danni maggiori degli utili, essere integrale, ossia di tutte sei contemporaneamente, ma dovrebbe sempre limitarsi ad una, o due od al massimo di tre, perlochè si farebbe più grave il pericolo dell'abuso, e quindi tanto più necessario l'evitarlo coll'integrale soppressione delle paratoie speciali della chiusa.

[2] È opportuno il richiamare per sommi capi le risposte date alle eccezioni dell'Ingegnere Manfredi con alcune varianti dovute a più recenti informazioni:

1° Gli allaccianti ed il canal maestro superiore non porteranno mai ghiaie nè grosse nè piccole nel canal maestro inferiore; il piccolo bacino di circa 200 chilometri quadrati, piano per oltre la metà e pel resto di basso colle, che piove nel detto canale a valle degli allaccianti, non porta mai in esso ghiaie, nè grosse nè piccole perchè i suoi torrenti percorrono lunghe tratte in pianura, ove per la massima parte le depositano, e perchè quelli di essi che ve ne trascinavano in copia sensibile furono prolungati assai più e cessarono dall'immettervi ghiaje.

2° L'altezza massima di 10 metri sulla soglia non potrà mai dar luogo a tracimazioni, non che dagli argini, neppure sui piani di campagna, come lo prova il profilo della Tav. 18 Serie C, Anno 1866 del Giornale del Genio Civile.

3° Nessun danno maggiore di quanto verificasi in oggi potrà venire dalla notabile altezza del pelo d'acqua a monte della chiusa su quello a valle; sia perchè il dislivello sarà poco maggiore dell'attuale, stante l'abbassamento di metri 3,14, che deve subire la soglia della chiusa, sia perchè tutto l'edificio, posa sul macigno, sia

con unica luce ad arco o circolare od elittico, perchè, se è verissimo che il costrurre la briglia sopra sette vôlte ad arco circolare di metri 1,75 di corda, e 0,175 di saetta, verrebbe a costituire un solido della massima stabilità, è però altresì vero che col restringere la larghezza attuale della luce effluente da metri 18,30 a 12,25 si diminuisce anco l' efflusso nei primordi della piena, e si fa arrestare nel gran serbatoio del canal maestro fra Porto a Cesa e la chiusa dei Monaci una parte del primordiale afflusso, che potrebbe smaltirsi innocuamente nell'Arno, e ciò a scapito della trattenuta di altrettanta acqua di piena in colmo, obbligando o ad accrescere la piena d' efflusso col mezzo degli scaricatori, od a far elevare il pelo d' acqua avanti la chiusa più del limite massimo di dieci metri, con evidente pregiudizio delle condizioni idrauliche del sistema.

Gli è perciò che, una volta ammesso il principio di non munire di paratoie la chiusa, sarà il caso di conservare alla bocca imbrigliata tutta la sua larghezza attuale di metri 18,30, essendo affatto sconveniente l'accrescerla, perchè non lo si potrebbe, fuorchè con sacrifici pecuniari affatto inadeguati agli utili ottenibili, e di conformare la bocca ad arco circolare od elittico di tale altezza da poter ottenere il duplice scopo:

1° Che in nessuna piena, per quanto straordinaria possibile, non possa mai il pelo del battente oltrepassare il massimo limite dei metri dieci sulla soglia.

2° Che l'efflusso per la chiusa, a detto massimo limite d'altezza, sia il minimo possibile.

perchè coll'alzare d'un metro la sottochiusa Corsi si otterrà il duplice effetto di diminuire d'altrettanto la differenza di livello dei due peli d'acqua e di rendere meno attiva la forza scalzatrice del salto col rendero un metro più profondo il pozzo, in cui esso deve effettuarsi.

4° Finalmente perchè la proposta riduzione della chiusa, anzichè esigere costruzioni di notabile entità, si limita a costrurre in asciutto un masso di muratura ordinaria portato da una vôlta a botte previa escavazione di due metri di macigno e suo rivestimento in muratura, come è agevole il rilevare dalle Fig. 2 Tav. 30 annessa alla presente appendice.

Se non che chi crede di poter contestare l'opportunità della briglia può credere pure che gli stessi scopi siano raggiungibili anco mantenendo alla chiusa la forma di semplice stramazzo, ma ristringendola fino a quel limite che basti a raggiungerli entrambi.

Contro tale credenza stanno i medesimi argomenti, con cui dimostrai la convenienza di non fare la bocca battentata di larghezza minore di metri 18,30, ossia di quella della chiusa attuale. Non di meno a dimostrare in modo incontestabile la preferenza, che merita la suddetta bocca, a fronte del semplice stramazzo, ed allo scopo pure di far conoscere i risultamenti numerici approssimativi dei due sistemi, parmi miglior mezzo quello di immaginare l'andamento d'una piena massima, assai presumibilmente maggiore della vera, e di calcolare quali sarebbero le successioni degli efflussi per la chiusa de' Monaci nell'ipotesi che questa si sistemasse, od a semplice stramazzo, od a bocca a battente con dimensioni diverse, tanto nel caso che, durante l'efflusso, si lasciassero aperte tutte le nove bocche dei tre ordini di scaricatori attuali, quanto in quello di regolare le loro paratoie al fine di raggiungere i due sopra enunciati scopi finali.

Per procedere a siffatto ordine di calcolazioni, occorreva da prima stabilire i due elementi della piena ipotetica, che fossero sicuramente piuttosto maggiori che minori dei presumibilmente veri, cioè la portata unitaria massima, e l'andamento, o successione degli incrementi e decrementi, della piena.

Per fissare questo ultimo elemento, presi a confronto la massima piena osservata il 6 novembre 1864 nel fiume torrente Senio all'idrometro di Ca-Felisa, situato poco a monte della via Emilia e pochi chilometri a valle dell'uscita del fiume dai monti del suo bacino; confronto, che deve indubbiamente condurre ad una serie d'incrementi assai più rapidi dei competibili al canal maestro della Chiana, perchè il bacino del Senio in quel punto ha una proporzione di pianura assai più piccola, ha monti più elevati, e la valle assai più stretta, che non abbia il bacino della Chiana.

Le osservazioni idrometriche cominciano dallo zero, ossia dalla guardia dell'idrometro, situato a metri 2,00 sul fondo del fiume. Per dedurre dagli incrementi e decrementi del pelo di piena del Senio gli omologhi della Chiana, li aumentai tutti del 40 per cento, e supposto che nel canal maestro a Porto a Cesa, ove sfociano i due allaccianti di tutti i torrenti della Valdichiana, la guardia debba situarsi a metri 3,00 sul fondo del canale, mi riuscì che l'altezza di massima piena nel canale, conformato come è descritto all'Art. 3° della variante da me proposta al progetto Manetti e come è disegnato alla *fig.* 3 della Tav. 30, salirebbe a metri 2,45 sulla guardia e 5,45 sul fondo, alla quale altezza, ritenuta la suddetta sezione e la pendenza da me proposta di 0,40 per chilometro, corrisponderebbe la portata di m. c. 521 al 1', calcolandola colle formole di Eytelwein e di Bazin e prendendone la media, che riuscì di $\frac{525,50 + 516,20}{2} = 520,85$.

Rimane pertanto ad analizzarsi se il detto primo elemento della massima piena è realmente piuttosto maggiore che minore del vero.

La massima piena conosciuta del canal maestro fu quella del 29 ottobre 1859, che ascese a mezzanotte a metri 3,27 sulla soglia attuale della chiusa. Siccome tutte le luci degli scaricatori erano interamente aperte, così la sua portata ascese a 376,24 met. cub. al 1', di cui 216,64 dovuti alla chiusa e 159,60 agli scaricatori, Ora, per quanto si possa valutare l'effetto delle colmate e dei pochi spagli d'inondazione sopra alcune bassure, e finalmente dei laghi per diminuire lo efflusso del canale per la chiusa de' Monaci, non si potrebbe mai supporre che tale diminuzione possa eccedere il 20 per cento della piena d'afflusso, ossia il 25 per cento di m. c. 376,24, a cui ascese il massimo efflusso.

Diffatti: se parliamo delle colmate, dell'estensione di 465 ettari, non potrà disconoscersi che il vero sussidio, che potevano prestare alla piena, non poteva calcolarsi d'oltre i superiori

25 o 30 centimetri, dacchè i 25 o 30 inferiori erano dovuti a stati d'acqua poco più che ordinari, che ove non fossero entrati nelle colmate, sarebbero discesi pel canal maestro alla chiusa prima del soprarrivo della grossa piena; se dei pochi spagli d'inondazione delle bassure, è molto il valutarne l'effetto alla metà di quello delle colmate; se finalmente parliamo dei laghi e delle loro spiagge inondabili, è verissimo che offrono un largo campo di trattenuta delle acque, anco limitato agli ultimi 30 centimetri; ma è altresì vero, che, sottrattovi, come fu, il Salarco, il bacino piovente nei laghi si ridusse ad assai piccola parte del bacino totale del canal maestro, sicchè ben poca influenza avrebbe avuto quel bacino sulla piena alla chiusa, quand'anco le sue piogge non si fossero trattenute nei laghi, sia per la poca loro proporzione assoluta colle piogge dell'intero bacino, sia per la loro notevole maggior distanza dalla chiusa e per la tenue pendenza del canal maestro superiore, per le quali ultime circostanze la piena dei torrenti Chiusini sarebbe giunta alla chiusa molte ore dopo il passaggio del colmo della piena dei più grossi e più vicini torrenti Esse e Foenna a sinistra, e dei Cortonesi a destra.

È pure da considerarsi, rispetto ai torrenti Chiusini, che, dopo seguita la sistemazione idraulica della valle e la bonificazione dei laghi, avranno ancor minor influenza sulla piena del canal maestro a valle di Porto a Cesa, imperocchè la Tresa, attuale maggiore influente dei laghi, il Montelungo e qualche altro torrentello dovranno togliersi alla Chiana Arnina, e deviarsi alla Tiberina.

Ciò premesso, suppongasi che la piena d'afflusso del 1859 avesse durato 12 ore con una portata media di 300 m. c. al 1", corrispondente circa ad una pioggia di centimetri tre e mezzo in altrettanto tempo; la sua portata integrale in questo periodo sarebbe stata di 300×43200, ossia di 12,960,000 m. c., dei quali le colmate e gli spagli ne avrebbero trattenuti tutto al più 22 ½ centimetri sopra ettari 1000, ossia 2,250,000 m. c. equivalenti appena al 17 ½ per cento della piena integrale.

Calcolando pertanto tale trattenuta del 20 per cento della piena d'afflusso, o del 25 per cento di quella d'efflusso, è certo che si eccederà il vero; ora $\frac{5}{4}$ di 376,24 sono m. c. 470,30, misura ancor minore del 10 per cento dei m. c. 521 assegnati come portata di massima piena del canal maestro, a sistemazione idraulica compiuta.

Una seconda prova di questo vero può dedursi dal confronto dei bacini e delle piene della Chiana e del Panaro.

Questo fiume alla via Emilia, ossia 5 chil. a monte del Navicello, ha, secondo i calcoli dell' esimio idraulico Com. Lombardini, un bacino di 953 chil. quad., di cui 873 in monte ed 80 in piano, ossia circa ch. qu. 900, ove si calcolino di solo monte, quanto all' influenza sulla copia d' acqua che le due specie di terreno fanno confluire al comune recipiente.

Il bacino della Chiana è di ch. qu. 1173, di cui 752 in monte e 421 in piano. Se però si considera che, a sistemazione compiuta, gli si debbono sottrarre i bacini della Tresa e d' alcuni torrenti Chiusini, e che tutti gli scoli della pianura debbono contenersi nel canal maestro superiore a mezzo della chiavica di Porto a Cesa, si può con tutta fiducia ammettere che il bacino totale, a cui sarà dovuta la piena massima d' efflusso per la chiusa, non oltrepasserà 0,75 di quello del Panaro, ossia ch. qu. 675 di terreno montuoso.

Il supporre quindi che la massima piena d' afflusso al canal maestro possa equivalere a $\frac{3}{4}$ della massima piena di Panaro, è fare una supposizione assai sfavorevole al caso nostro; giacchè se il Panaro non può raggiungere, a proporzione di bacino, le piene del Senio, deve però sorpassare sensibilmente quelle della Chiana, essendo tuttavia il bacino di quest' ultima meno atto di quello di Panaro a mettere in piena il comune recipiente per gli stessi motivi, sebbene in minor misura, per cui è meno atto di quello del Senio.

Or bene: secondo il Lombardini la massima piena di Panaro al Navicello verificatasi il 14 novembre 1842 fu di 691 m. c. al 1'', i della quale $\frac{3}{4}$ sono m. c. 518.

Si può quindi con tutta sicurezza ammettere che la massima piena d'afflusso al canal maestro, dopo l' integrale sistemazione idraulica della Val di Chiana, non sarà per eccedere i. m. c. 521 al 1" corrispondenti ad un' altezza di m. 5,45 sul fondo del canale.

Nell' infrascritto Quadro è rappresentata la accennata piena del Senio e la sua omologa del canal maestro della Chiana:

ORE d' osservazione	ALTEZZE SULLA GUARDIA DELL' IDROMETRO del Senio	ALTEZZE SULLA GUARDIA DELL' IDROMETRO della Chiana	ALTEZZE SUL FONDO del Canal Maestro
8 ant.	0, 00	0, 00	3, 00
9	0, 40	0, 56	3, 56
10	0, 80	1, 12	4, 12
11	1, 50	2, 10	5, 10
12	1, 70	2, 38	5, 38
1 pom.	1, 73	2, 42	5, 42
2	1, 75	2, 45	5, 45
3	1, 72	2, 41	5, 41
4	1, 70	2, 38	5, 38
5	1, 20	1, 68	4, 68
6	0, 70	0, 98	3, 98
7	0, 60	0, 84	3 ,84
8	0, 45	0, 63	3, 63
9	0, 20	0, 28	3, 38
10	0, 10	0, 14	3, 14
11	0, 10	0, 14	3, 14
12	0, 00	0, 00	3, 00

Per procedere alla serie di calcolazioni necessarie per raggiungere lo scopo propostomi, calcolai dapprima il Prospetto delle portate unitarie tanto degli afflussi al canal maestro, quanto degli efflussi per le luci dei tre ordini di scaricatori e per la chiusa, supposta conformata in diversi modi e cioè: [1]

[1] Il 1° e il 6° furono suggeriti dalla larghezza attuale della chiusa, il 2° e l'8° dalla prima proposta di sette luci da metri 1,75 caduna; il 3° il 4° e il 5° dalla ricerca dello

1° a stramazzo largo . . . . metri 18, 30
2° id. di . . . . » 12, 25
3° id. di . . . . » 5, 592
4° id. di . . . . » 5, 084
5° id. di . . . . » 4, 811
6° a bocca a battente larga metri 18, 30 alta metri 1, 85
7° id. » 16, 00 » 2, 25
8° id. » 12, 25 » 2, 50

Tale Prospetto è calcolato di 25 in 25 centimetri d'altezza e cioè: per le portate unitarie d'afflusso, prendendo le altezze dal fondo del canal maestro e ritenuta la sezione della *fig.* 3; e per le simili portate d'efflusso, prendendo sempre le altezze sulla soglia, che dovrà aver la chiusa secondo il nuovo progetto, soglia, che, come dissi nella seconda parte della mia memoria, dovrà situarsi metri 3. 14 al disotto dell'attuale, ossia 0. 25 sotto la soglia del più basso ordine di scaricatori.

Già dissi che pel calcolo degli efflussi assunsi i valori medi delle due formole d'Eytelwein e di Bazin, e cioè:

$$\frac{RI}{U^2} = \alpha + \frac{\beta}{U} \qquad (1)$$

$$\frac{RI}{U^2} = \alpha_{,} + \frac{\beta_{,}}{R} \qquad (2)$$

nelle quali:

U è la velocità media
I la pendenza unitaria del pelo d'acqua
R il raggio medio
$\alpha = 0,000366$ $\beta = 0,000024$
$\alpha_{,} = 0,00028$ $\beta_{,} = 0,00035$

stramazzo corrispondente al minimo dei massimi efflussi; finalmente il 7° procedette dalla equivalenza d'una luce rettangolare e d'una ad arco circolare di 18 30 di corda e 2,75 di saetta, e giacchè aveva sostenuto l'improba fatica della calcolazione di tutte queste otto specie di emissari ho creduto opportuno l'indicarne tutti i risultamenti.

Per gli efflussi feci uso della formola

$$Q = 2lA\sqrt{A} \tag{3}$$

per tutti gli stramazzi, da $A = 0{,}25$ ad $A = 10{,}00$, compresi quelli delle bocche della chiusa e degli scaricatori da $A = 0{,}25$ ad $A = a$. Della formola

$$Q = 2l\left[A\sqrt{A} - (A - a)\sqrt{[A - a]}\right] \tag{4}$$

per le tre bocche a battente delle chiuse ai num. 6°, 7° ed 8°, non che pei tre ordini di scaricatori nel caso speciale del battente di soli 25 centimetri; e finalmente della formola

$$Q = 3S\sqrt{\left\{A - \left(\frac{a}{2} + c\right)\right\}} \tag{5}$$

per tutte le bocche degli scaricatori per battenti da 0,50 in sù.

In dette formole A rappresenta l'altezza del pelo d'acqua sulla soglia della chiusa,

c l'altezza della soglia degli scaricatori su quella della chiusa,

l la larghezza sì degli stramazzi che delle bocche,

a l'altezza delle bocche,

S la superficie delle bocche dei tre ordini di scaricatori,

Q la portata unitaria.

In tutte le tre ultime formole il coefficiente di contrazione è 0,6775, valore che è sufficientemente appropriato alle varie forme di stramazzi e di bocche, che sono tutte seguite da un breve canale.

I valori di c sono:

per gli scaricatori inferiori a sinistra	metri	0, 25
per i superiori c. s.	»	3, 00
per quelli di destra	»	2, 25

I valori di l e di a sono già indicati più sopra dal n° 1° all'8° per le diverse forme della chiusa; i valori di S, tanto integrali, quanto per parti di 25 in 25 cent., si desumono facilmente dalla *fig.* 2 della Tav. 30 Però, ad evitare straordinarie complicazioni di calcolo rispetto alle parti curvilinee delle luci degli scaricatori, le considerai come rettangoli di larghezza e superficie effettive, calcolando i valori di a in corrispondenza a tale ipotesi, i di cui risultamenti non possono scostarsi dal vero che di quantità trascurabili in un calcolo d'approssimazione.

Dal prospetto I° appaiono le portate unitarie, calcolate tanto per gli afflussi d'altezza da 0,25 a 5,75, quanto per gli efflussi degli scaricatori e per le diverse forme di chiusa da $A = 0.25$ ad $A = 10$, salvo per gli stramazzi di 18,30 e 12,25 di larghezza, pei quali mi arrestai ad $A = 6,50$ ed 8,50, essendo inutili i maggiori. Per le diverse forme di chiusa, oltre le portate della sola chiusa, aggiunsi quelle della chiusa e degli scaricatori uniti, per ciò che dirò più avanti.

Altro prospetto necessario, tanto pel calcolo degli afflussi unitari, num. (2) del Prosp. I., quanto per quello delle altezze A degli efflussi corrispondenti a quelli dei contemporanei afflussi, fu il Prosp. II. delle sezioni del canal maestro corrispondenti ad altezze di 0,25 in 0,25 da 0,25 a 10,00, nel quale si indicarono altresì le larghezze inferiori e superiori di ciascuna zona di 25 centimetri.

Con tali elementi passai a calcolare undici serie di altezze colle corrispondenti portate unitarie d'efflusso, che riassunsi nel Prosp. IV. Del processo di calcolazione di tali serie mi limito a porgere ad esempio nel Prosp. III° quello della undecima corrispondente alla bocca di m. 18,30 per 1,85, numeri (24) e (25) del Prospetto IV.

Le intestazioni dei numeri (1) . . . (22) del Prospetto I.; (1) . . . (17) del III. e (1) . . . (25) del IV. danno sufficienti schiarimenti dei relativi argomenti, il n° (5) del Prosp. III. che

rappresenta i valori di A corrispondenti al n° (2) è calcolato per successive approssimazioni, ossia per false posizioni, in modo da rendere uguali fra loro i num. (10) e (17). Le differenze che si notano fra questi due numeri, de' quali il primo è il volume d'acqua d'afflusso rimasta nel vaso del canal maestro dall'origine della piena, ed il secondo è il solido dello stesso canal maestro compreso fra il pelo d'acqua esistente all'origine della piena e quello dei successivi stati orari del deflusso, dipendono dall'essersi tenuto conto dei soli centimetri nei valori di A, trascurando le differenze in più ed in meno non maggiori di mezzo centimetro.

Dal confronto dei num. (13) e (14) si vede quali differenze corrano fra le medie delle sezioni estreme e le sezioni intermedie e si vede quindi anco la necessità di far uso, nel calcolo dei solidi d'acqua trattenuta in canale, della formola

$$V = \frac{\delta}{3}\left(\frac{\alpha + \omega}{2} + \rho\right)$$

essendo α ed ω le sezioni estreme, ρ la intermedia e δ la distanza delle estreme; distanza che nel nostro caso è di 16500 metri, quanti ne corrono da Porto a Cesa alla chiusa.

L'origine della piena si suppose all'altezza di metri 2,00 sul fondo del canale a Porto e Cesa, nell'ipotesi che quando l'acqua aveva tale altezza il moto fosse permanente; a tale altezza corrisponde l'afflusso unitario di 67,28 m. c. e l'uguale efflusso, a scaricatori interamente aperti e con chiusa, sia a stramazzo, sia a bocca battentata, di metri 18,30 di larghezza, corrisponde ad un'altezza A di metri 1,35. Le altezze raggiunte dall'afflusso nelle prime ore di metri 2,10, 2,30 e 2,60 non valsero a far accrescere d'un centimetro il valore di A sulla soglia della chiusa, perchè il totale incremento dell'afflusso durante questo periodo non potè per anco percorrere l'intero tramite di 16500 metri da Porto a Cesa alla chiusa, e fu soltanto nella

quarta ora cha A crebbe di 2 centimetri e di 1 centimetro in media, per cui solo nell'ora quarta l'efflusso cominciò a crescere.

Deriva da ciò che furono ommesse le calcolazioni dal n° (10) al (17) per le prime tre ore, perchè nessuna corrispondenza poteva esservi in questo periodo fra i volumi (10) e (17), dacchè in questo ultimo il valore di δ era continuamente variabile.

Per verità, questa serie di calcoli ammette un' ipotesi assai diversa dal fatto, che cioè il pelo d'acqua distendasi sempre uniformemente da un capo all'altro del canale, mentre nel fatto, durante le prime nove ore, il pelo stesso sarà concavo e ridurrassi quasi rettilineo nelle ore 10ª ed 11ª, dopo di che, abbassandosi continuamente a monte ed elevandosi a valle, si stabilirà in due livellette diverse, di cui la 2ª sarà poco diversa da una orizzontale finchè A si manterrà d'oltre sei o sette metri, e successivamente andrà sempre accostandosi alla uniforme livelletta di 0,40 per chilometro per finire con piccola convessità di chiamata di sbocco al ristabilimento del moto permanente della portata di m. c. 67,28. Ma tali differenze non possono influire che assai poco nei calcoli de' volumi (17), perchè le piccole differenze verranno man mano compensandosi fra loro nel passare dal pelo concavo al rettilineo. Quelle differenze eserciteranno sensibili influenze nel far variare le portate unitarie nelle successive sezioni degli stati d'acqua contemporanei, ma non ne avranno alcuna per far variare quelle delle estreme; non di quelle a monte perchè sono per dato le reali portate unitarie successive, non di quelle a valle perchè sono le reali portate d'efflusso competenti a stramazzi e bocche determinate.

Le successive differenze di portate, crescenti o decrescenti dall' una all' altra sezione, potranno bensì dar luogo ad importanti considerazioni sulla successione delle portate del moto variato, ma non avranno influenze sensibili sui risultati del fenomeno qui posto a calcolo.

Tali risultati consegnati nel Prospetto IV esigono alcuni schiarimenti prima di dedurne conseguenze pratiche.

Sebbene le forme della chiusa siano limitate ad otto, furono però undici i deflussi calcolati, perchè per gli stramazzi di 18,30 e di 12,25, non che per la bocca di 12,25 per 2,50, oltre le calcolazioni a scaricatori regolati, eseguii pure i calcoli dei relativi deflussi a scaricatori continuamente aperti, come vedesi dal n° (4) al n° (9).

Per deflusso a scaricatori regolati intesi quello, nel quale il minimo possibile efflusso unitario di massima piena, competente ad una data forma di chiusa, debbasi costantemente mantenere regolando all'uopo gli scaricatori, lasciandoli interamente aperti finchè l'efflusso non oltrepassa il limite massimo, chiudendoli a poco a poco per non lasciarlo mai eccedere e chiudendoli all'occorrenza anche tutti, quando A sia $= 10{,}00$, od assai prossimo a tale estremo. Così ad esempio nella serie del Prospetto IV da $A = 1{,}35$ fino ad $A = 5{,}12$, e cioè fino a 9^h, gli scaricatori sono interamente aperti, ma successivamente si dovrebbero regolare in modo da impedire che l'efflusso ecceda il limite massimo di m. c. 305,25, limite che è il minimo possibile del massimo efflusso di piena, per questa forma di chiusa, e difatti durante l'ora decima terza p. e., in cui l'altezza media oraria è di metri 8,07, l'efflusso unitario della sola chiusa, n° (21) del Prospetto I, è di m. c. 271,25; quello della chiusa e di tutti gli scaricatori, n° (22), sarebbe di m. c. 478,31; è dunque in facoltà del custode il chiudere tante bocche di scarico quante sono necessarie per impedire che l'efflusso ecceda i metri c. 305,25, lasciando effluire dagli scaricatori soltanto 34 m. c.

Una volta che il pelo d'acqua ha raggiunto i metri 10 lo scarico possibile a mezzo degli scaricatori è ridotto a zero; così durante l'ora 15ª, nella quale l'altezza media sarebbe di metri 9,97, la sola chiusa somministrerebbe già un efflusso di 305,32 m. c. al 1″; di qui la necessità di chiudere tutti gli scaricatori e di riaprirli poscia a poco a poco nelle ore successive, di mano in mano che il pelo d'acqua va abbassandosi, per mantenere, quando le circostanze lo permettano, la stessa

portata massima dell'efflusso, onde vuotare più rapidamente che sia possibile il canale per averlo sempre all'uopo pronto a ricevere nuova piena, ma specialmente all'oggetto di mantenere sempre la velocità della corrente nel canale la maggiore possibile, come si dirà in seguito. E per tal modo si giungerebbe all'ora 24ª ad aver riaperti tutti gli scaricatori ed alla 30ª circa ad aver ridotto la chiusa allo stato normale di metri 1,35 d'altezza.

Passando ora ad esaminare il Prospetto IV si vede tosto che, pur regolando gli scaricatori, nessuna delle cinque forme di chiusa a stramazzo è capace di ridurre l'efflusso massimo così tenue, come ve lo possono ridurre le bocche a battente; lo stesso stramazzo di metri 5,592, che somministra il limite minimo possibile di massimo efflusso, ossia 346,00 m. c. al 1'', offre un tal limite ancor maggiore che in quella delle tre bocche che lo presenta maggiore delle altre, il quale si limita a 320.

Gli è dunque evidente che la bocca a battente è preferibile allo stramazzo, e che fra le varie bocche è preferibile quella che mantiene, ossia non ristringe, la larghezza attuale della chiusa.

Se non che, non essendo economicamente conveniente il far la bocca rettangolare di metri 1,85 d'altezza, imperocchè sarebbe d'uopo poggiare il masso della briglia sopra robuste travi di ferro di oltre 19 metri di lunghezza, atte a sopportare un peso di oltre 20 tonnellate per m. q. d'impalcatura, sarà opportuno e conveniente il far la bocca a vôlta semielittica d'area poco maggiore di quella della bocca rettangolare.

Chiamato b il semi asse minore ed a il maggiore si avrebbe per l'uguaglianza delle due luci

$$\frac{\Pi a b}{2} = 1{,}85 \times 2\, a$$

e quindi $b = \frac{4 \times 1{,}85}{3{,}1416} = 2{,}36$ laonde potrà farsi $b = 2{,}40$.

Con siffatta bocca pertanto si ridurrebbe il massimo efflusso unitario a m. c. 305,50 circa, mentre il massimo afflusso sarebbe di m. c. 521 e mentre col semplice abbassamento della

chiusa, conservata a stramazzo, il massimo efflusso unitario medio orario sarebbe a scaricatori aperti di m. c. 531,60, ed il massimo assoluto, corrispondente all'altezza di metri 5,22 raggiungibile a 13^h ascenderebbe a m. c. 553,45, ed a scaricatori regolati ascenderebbe tuttavia a metri c. 480.

La bocca semielittica pertanto diminuirebbe il massimo efflusso unitario del 36,40 per cento più di quanto, a cose pari, potrebbe farlo la forma attuale di chiusa e siccome il minimo dei massimi efflussi ottenibili colla chiusa a stramazzo, corrispondente alla larghezza di metri 5,592 riesce ancora di m. c. 346,00 cosi la bocca semielittica avrebbe su questo ancora un vantaggio dell' 11 $\frac{3}{4}$ per cento, vantaggio abbastanza notevole per non poterlo trascurare, mentre d'altra parte la differenza di spesa d'addattamento della chiusa piuttosto coll'una che coll'altra forma sarebbe affatto inapprezzabile.

Non è però a credersi che in tutte le piene occorra di spingere il massimo efflusso alla misura di m. c. 305,25; questa misura, che nei prospetti III e IV compare per la prima durante la decima ora, quando la piena d'afflusso è già quasi al suo colmo, ossia ha già raggiunta l'altezza di metri 5.42 e non mostra pur anco di calare, questa misura, dico, non avrebbe alcuna ragione di essere raggiunta qualora nelle ore precedenti la piena d'afflusso si fosse mantenuta più bassa, e non avesse superato p. e. i metri 450 od avendoli superati si fosse già messa sul decrescere.

In tali casi, che potrebbero anco avvisarsi con speciale filo telegrafico, si potrà ridurre il massimo efflusso a 280 o 250 m. c. al 1", e come meglio sarà per insegnare la pratica coadiuvata da diligenti osservazioni e considerazioni dell'Ufficio tecnico.

Occorre però qui di avvertire che converrà andar cauti nel far uso della facoltà di limitare l'efflusso al disotto dei m. c. 300 al 1", ossia di limitarlo ai soli casi, in cui l'Arno corra in piena, massime se crescente, mentre in tutti i casi più frequenti che l'Arno sia in magra, od in stato ordinario od anco

in mezza piena a stadio decrescente, gioverà sempre di mantenere grossa la portata della Chiana per meglio conservarne l'alveo netto da interrimenti, come dirò in seguito.

La misura poi della portata unitaria dell'efflusso potrà, con molta facilità, farsi con idrometro situato sul ciglio della sotto chiusa Corsi, ciglio che, come avvertii nella nota (2) Art. 3,° dovrà elevarsi d'un metro circa, per meglio difendere la fabbrica della chiusa da ogni scalzamento di fondo.

Abbiamo visto che la massima piena attuale d'efflusso che fu quella del 29 ottobre 1859, ascese a m. c. 376,24 al 1", essendo stata la massima piena d'afflusso tutto al più di m. c. 470,30; ora se questa, allo stato di cose del 1859, ascendesse a 521, quella d'efflusso si aumenterebbe di tutta la differenza e salirebbe a circa 420; anzi in oggi salirebbe assai più per essersi diminuite sensibilmente le colmate sia di numero che di capacità, e per esser meglio difesa la bassura dalle innondazioni. Dal che segue che colla proposta sistemazione, anzichè peggiorare le relazioni fra la Chiana e l'Arno, verrannosi a sensibilmente migliorare col ridurre l'efflusso massimo per la chiusa a soli m. c. 305 al 1" in luogo di 420, che pur potrebbe assumere allo stato attuale di cose; la diminuzione ascenderebbe nullameno che al 28 per cento, locchè costituirebbe un grandissimo beneficio per l'Arno a fronte delle attuali condizioni.

Questa proposizione, che già enunciai nella parte seconda della mia memoria, e specialmente nella nota finale, viene qui dimostrata con prove che mi sembrano ineccepibili; quindi è che il Valdarno e Firenze anzichè contrariare, dovrebbero far voti perchè le sistemazione idraulica della Valdichiana si compiesse il più presto possibile, e sarebbe pure di tutta giustizia che la provincia di Firenze concorresse con una quota nelle maggiori spese occasionabili dalla maggior sezione da darsi al canal maestro e dalle modificazioni da farsi alla chiusa e che tale quota fosse proporzionata al beneficio che la stessa Provincia ne proverebbe.

Rimane dunque irrecusabilmente dimostrato che a meglio moderare l'efflusso per la chiusa vale più la bocca a battente che non il semplice stramazzo, tanto nel caso degli scaricatori continuamente aperti, quanto in quello degli scaricatori regolati; voglio pertanto sperare che quei pochi a cui non talenta la mia proposta, ove intendano di mantenere la loro opposizione vorranno opporre agli addotti argomenti altri argomenti pratici e concreti e non vorranno accontentarsi di opporvi dubbi vaghi o generici che si risolvono in asserzioni gratuite.

A prevenire taluno di tali dubbi debbo osservare che lo stramazzo corrispondente al minimo assoluto dei massimi efflussi è effettivamente di minor larghezza di metri 5.592 ed assai probabilmente compreso fra 5.45 e 5.50 ma tuttavia il minimo assoluto non sarà minore dei 346 m. c. al 1", che di pochi centesimi, sicchè non credetti che valesse la pena di nuovi tentativi per rintracciarlo.

Debbo parimenti prevenire ogni dubbio d'incongruenza d'alcuno dei calcolati deflussi, ossia di quello d'acclività del pelo d'acqua del canale. Infatti quello dei deflussi orari, che più si presterebbe a tale dubbio, è quello del nº (24) del Prosp. IV. ad ore 17, che presenta un'altezza sulla soglia della chiusa di metri 9.62, mentre la sezione d'afflusso a Porto a Cesa è alta soltanto metri 3.28, ossia metri 6.34 di meno di quella a valle: ma siccome la pendenza del fondo è di 0.40 per ch. e la distanza delle due sezioni e di chil. 16.500, così la caduta totale del fondo è di metri 6.60 ed al pelo d'acqua rimane pur tuttavia una caduta di 26 centimetri.

E gioverà pure di osservare che, come è possibile di limitare la piena d'efflusso a meno del *minimum* di 305 al 1", quando quella d'afflusso sia minore di 521, è pur possibile, nei casi, che pur sembrano impossibili, d'una massima piena d'afflusso maggiore di 521 m. c. al 1", di scaricare per la chiusa anche più dei 305 m. c. per impedire alzamenti maggiori di 10 metri sulla sua soglia, perchè l'efflusso di 305 m. c. al 1"

è dovuto alla sola bocca aperta nella chiusa cogli scaricatori intieramente chiusi, e che ove si aprissero potrebbero accrescere l'efflusso persino d'altri 247. Non potrebbesi quindi neppure elevare il dubbio d'insufficienza della proposta bocca della chiusa di soli metri 2.40 d'altezza.

Finalmente siccome dai fatti ragionamenti potrebbe in taluno nascer dubbio, che la straordinaria ampiezza, che deve assumere la sezione del canal maestro, pel fatto che l'acqua è obbligata ad elevarsi sino a 10^m, potrebbe distruggere l'effetto della pendenza assegnata al suo fondo, e col diminuire sproporzionatamente la velocità far depositare le torbide, interrando il canale, importa il dimostrare la non sussistenza d'un tal dubbio.

Consideriamo il caso più propizio a tali depositi, quello, cioè, che ha luogo nell'ultimo tronco, nel quale la sezione è massima e la portata di piena è minima. Questa minima portata di piena durerebbe circa 15^h, elevandosi da 5.12 a 10^m, ed abbassandosi da 10 a 4.22.

All'altezza di 10^m sulla soglia la sezione è la massima, cioè di m. q. 737.500; se la velocità media di soli metri $\frac{305.25}{737.50}$, ossia di 0.41 al 1" fosse uniforme in tutta la sezione, sarebbe assai probabile il caso dei depositi; ma prima di tutto è da considerarsi che la velocità della sezione sarà distribuita affatto diversamente dall'ordinario; che, cioè, nella metà superiore sarà affatto minima ed assai maggiore negli strati inferiori e sul fondo, nè crederei andar lungi dal vero supponendo che pei 250 m. q. dei cinque metri inferiori d'altezza la velocità media dovesse raggiungere 0.625 e limitarsi a 0.30 nei 5^m superiori di m. q. 487.50.

Se la condizione dell'efflusso, chiuso nei 7.60 metri superiori, ed aperto soltanto nei 2.40 inferiori, non bastasse a persuadere che il regime del canale dovrà stabilirsi in tal modo, soccorrerebbe a provarlo, in un ordine inverso d'idee, il fatto osservato da Chanoine sull'Yonne, dove il fiume, per servire

alla navigazione, è diviso in bacini da una serie di stringimenti che non gli permettono di defluire che per sezioni assai più strette di quelle del fiume; ebbene che cosa si verifica sull'Yonne? si verifica il caso che nei bacini, tutto chè lunghi molti chilometri, il moto presso le sponde è pressochè nullo, e che la velocità media dell'intera sezione del fiume è appena 0.45 di quella del filone, mentre è noto che nelle condizioni ordinarie di deflusso fluviale tale velocità è prossimamente di 0.80.

Il che vuol dire che l'effetto dell'eccezionalità dell'efflusso per le sezioni singolari si mantiene con insistenza anche nelle superiori sezioni ordinarie.

Ora sulle sponde degli ultimi 5^m d'altezza non può seguire alcun deposito di torbida e se questa discende più al basso trova una corrente più veloce atta a portarla alla chiusa.

Ma dato pure che nelle 10 ore, in cui l'altezza si manterrà fra 7.12, 10.00, e 7.32, possano aver luogo alcuni depositi sulle banchine più alte, è evidente che nelle quattro ore successive, in cui l'altezza discenderà da 7.32 a 4.22, pur mantenendosi la stessa portata di 305 m. c. al 1″ la velocità crescerà notabilmente. Consideriamo infatti il moto dell'ora 24^a, durante la quale l'altezza media è di metri 4.85 e la sezione si limita a m. q. 238 col deflusso di m. c. 303.26; durante quest'ora la velocità media ammonta a metri 1.27 al 1″, velocità sufficientissima a spingere avanti tutta la torbida, che non ebbe tempo bastante per assettarsi e che sarà per così dire stata sempre in moto più o meno lento, più o meno veloce, a talchè vi sarà forse più a temere di qualche escavazione di fondo che di qualche interrimento.

E ciò può tanto meglio ammettersi che nei casi di più lunga durata d'efflusso ordinario e di mezze piene da m. c. 13.80 a 122 al 1″ con altezze sulla soglia della chiusa da metri 0.50 a metri 2.00 le sezioni correnti nell'ultimo tronco si limitano da 10.50 a 58 m. q. e quindi le velocità medie sono comprese fra 1.30 e 2.30; e le sezioni medie di tutto il tramite da Porto a Cesa alla chiusa si limitano fra m. q. 14.07 e 75.53 e quindi

le velocità medie sono tuttavia comprese fra 0.98 ed 1.62 e sono quindi attissime a spazzare qualsiasi residuo di torbide che le grandi piene avessero lasciato depositare sul fondo e sulle banche.

In conclusione si può dire che il regime del canal maestro sarà l'opposto di quello che ha luogo nei fiumi e torrenti ordinari, nei quali le torbide sono mantenute in moto a piena crescente ed in colmo e vengono depositate a piena decrescente, motivo per cui gli interrimenti vanno continuamente crescendo fino a limiti spesse volte dannosissimi ai territori laterali, mentre il regime del canal maestro della Chiana potrà forse lasciar seguire qualche deposito a piena crescente od in colmo, ma, oltre al non permetterne alcuno a piena decrescente, riesporterà facilmente durante questo periodo i depositi recenti non per anco assettati e quasi ancora in moto.

Ed ora terminerò con alcune considerazioni più generali sul deflusso delle piene offerte dall'ispezione del Prosp. IV.

Dal confronto delle prime tre serie d'efflussi (4) . . . (9) a scaricatori sempre aperti, colla serie degli afflussi (2) (3), si scorge che quella dello stramazzo di metri 18.30, (4) (5), dà una portata oraria massima maggiore di quella dell'afflusso; che quella dello stramazzo di metri 12.25, (6) (7), le offre uguali, e quella della bocca di 12.25 per 2.50, (8) (9), le offre minori.

Confrontando gli afflussi da 6^h a 14^h cogli efflussi di due ore dopo, ossia da 8^h a 16^h, che prossimamente si corrispondono, abbiamo i seguenti risultamenti:

	AFFLUSSI	EFFLUSSI		
		per stramazzo di		per bocca di 12.25 per 2.50
		18.30	12.25	
Altezza media di otto ore	4.98	4.47	5.36	6.53
Portata unitaria media.	455.50	452.08	442.32	390.85
Portata unitaria massima d'un'ora .	517.36	531.50	518.27	499.27
Portata massima assoluta	521.00	553.45	539.84	453.47

Ora questi tre efflussi porgono tre esempi di casi diversi verificabili nel deflusso delle piene in quei tronchi dei torrenti, e fiumi torrentizi, che non ricevono nuovi influenti. L'ultimo, (8) (9), ossia quello per la bocca, ci presenta il caso più comune, quanto al principio, ma poco comune quanto alla misura, il caso cioè di sezioni a valle, per le quali le portate di piena sono minori di quelle a monte; il secondo, (6) (7), ossia l'efflusso per lo stramazzo di 12.25 ci presenta il caso meno comune di portate di piena pressochè uguali tanto nelle sezioni a valle quanto in quelle a monte, finalmente il primo, (4) (5), ossia quello dello stramazzo di metri 18.30 offre un caso assai poco comune, ma pur possibile, di portate a valle maggiori di quelle a monte, abbenchè anche in questo caso buona parte dell'efflusso abbia servito al riempimento dell'alveo. Questo riempimento infatti fu tale che di 13,249,728 m. c. di portata integrale affluita nelle prime 12 ore, ne trattenne 3,615,228, ossia più di un quarto della totale, e ciò nulla ostante, tutto questo consumo non valse a diminuire, ma anzi fece aumentare, la portata della massima piena a valle a fronte dell'affluita ch. 16 ½ a monte.

Da che avviene questo fatto eccezionale? Avviene dacchè il deflusso pel canale collo stramazzo di metri 18.30 e cogli scaricatori aperti è un deflusso accelerato, come lo si scorge dall'essere l'altezza media della sezione a valle minore di 51 centimetri di quella della sezione di Porto a Cesa, accelerazione, la quale fa sì che durante la 13ª ora ossia durante la successiva all'invaso di m. c. 3,615,228, si scaricarono ben 300 mila m. c. dell'acqua arrestatasi in canale nelle prime dodici ore.

Nei casi pertanto di moto accelerato, sia perchè il fondo d'un tronco a valle abbia maggior pendenza di quella del tronco a monte, sia perchè l'alveo faccia un salto con più o meno libera caduta della corrente, sia perchè si tratti di un tronco di foce sboccante in un recipiente in magra, potrà seguire il caso anormale che il tramite inferiore d'un torrente sia corso da una piena più grossa della corrente nel superiore,

tuttochè fra i due tronchi non entrino nuovi influenti, e tuttochè nel superiore siasi immagazzinato, come fu qui supposto, una copia d'acqua maggiore della raccoglibile in alvei di sezioni ordinarie, essendo evidentemente la proposta sezione di tenuta assai maggiore dell'ordinario. Non è dunque vero che tutte le trattenute di piena, sia con inondazioni, sia con appositi bacini, valgano sempre a diminuire la portata di piena a valle, esse la ritardano sempre, ma nei casi sopra contemplati, servono ad aumentarla collo aggiungervisi lo scarico di parte dell'acqua trattenuta; in tali casi l'unico mezzo per diminuire la piena nel tramite inferiore è quello di farvela scaricare a bocca modellata, sia essa una vera bocca a battente, sia un semplice stramazzo, od uno stringimento stabile di sezione.

Esaminiamo invece il terzo caso; la massima portata della piena della sezione a valle si limitò in questo caso a m. c. 453.57 al 1", ossia al 13 per cento di meno di quella della sezione a monte; e perchè ciò? Perchè il moto della corrente nel canale fu ritardato, come lo prova l'altezza media di metri 6.53 a valle e di 4.98 a monte. Ora questo caso è assai più comune del primo, perchè il rigurgito può essere prodotto da stringimenti di sezione sia naturali, sia dovuti ad una chiusa di derivazione o ad un ponte di luce insufficiente, od anco da una sensibile diminuzione di pendenza del fondo, o finalmente dallo sfociare in un recipiente in stato di piena.

Questo stesso caso si presenta con effetti sempre più pronunciati in tutte le serie d'efflussi del Prosp. IV. a scaricatori regolati, cosicchè, assumendo a confronto quello del massimo effetto, ossia l'ultimo, (24) (25), scorgiamo che ad ore 12 la sezione d'afflusso era alta metri 5.38, cui corrisponde la portata di 504 m. c. al 1", mentre alla chiusa de' Monaci l'efflusso limitavasi a m. c. 305.25. Evidentemente per ogni sezione del canale passavano contemporaneamente portate successivamente decrescenti da 504 a 305.25.

Ora quali sono le cause efficienti del fenomeno? La causa

prima è evidentemente l'impossibilità in che trovasi la sezione contigua alla chiusa di lasciar effluire una portata maggiore di quella di 305.25, ma la causa immediata è la conseguenza della causa prima, ossia il ritardamento di velocità prodotto dal rigurgito in ciascuna delle sezioni ed in misura decrescente da valle a monte; è, cioè, l'essere le sezioni stesse in stato di rigurgito.

Il compianto Ispettore del Genio Civile Comm. Scotini nelle sue belle memorie sulla sistemazione idraulica delle Provincie di Bologna, Ferrara e Ravenna enunciò, forse pel primo, la proposizione che il fiume che sfocia in un recipiente in piena con sezione rigurgitata diminuisce la portata dell'efflusso alla foce.

Questa proposizione, che a tutto prima poteva sembrare paradossale, riceverebbe da questo Prospetto, una dimostrazione pienissima di verità, perchè, se è verissimo che la sezione di foce d'un influente rigurgitato dal recipiente non è occupata per la massima parte da un muro, che impedisce ogni passaggio all'acqua, e nol permette che per una luce limitata nel suo fondo, come è il caso degli efflussi qui contemplati, è però vero altresì che a 100, a 200, a 500 metri a monte non vi sono che vere sezioni acquee da cima a fondo, e tanto nel caso del rigurgito d'un recipiente in piena, quanto nell'attuale, l'altezza della sezione di foce fa diminuire grandemente la pendenza del pelo d'acqua dell'ultimo tronco dell'influente, pelo il quale è obbligato ad assumere la forma di una curva concava, il di cui ultimo elemento è quasi orizzontale, ed i successivi da valle a monte vanno sempre maggiormente inclinandosi all'orizzonte, dimodochè velocità e portata debbono andar continuamente decrescendo da monte a valle.

I fenomeni pertanto dei due diversi casi d'efflusso sono identici, ossia la curva del pelo d'acqua si fa identica tanto nel caso d'un rigurgito prodotto da alzamenti del recipiente, quanto nell'attuale di rigurgito prodotto dalla briglia proposta.

So bene che contro questa proposizione dello Scotini si ob-

biettò che, se va decrescendo la velocità, va crescendo la sezione e che le due variazioni sono tali da compensarsi fra loro, e mantener costante il prodotto dei due fattori, ossia la portata; ma prima di tutto, la è questa una asserzione gratuita e per giunta d' impossibile prova, anzi la prova non potrebbe esserle che contraria, perchè si può con tutta sicurezza ammettere che le radici delle pendenze successive da monte a valle, a cui sono proporzionali le velocità, vanno decrescendo in generale più rapidamente che non vadano crescendo le sezioni, ed in secondo luogo il fatto offerto dal Prosp. IV. dimostrerebbe effettivamente il contrario. Fino dunque a vera prova contraria, mi sarà lecito l' ammettere la proposizione Scotini.

Conclusione.

1º Il mezzo migliore di sistemare l' efflusso del canal maestro della Chiana nell' Arno per minorarne le piene senza recare il menomo pregiudizio alla Valdichiana è quello di conformare la chiusa de' Monaci a bocca battentata continuamente aperta di una sola luce ad arco elittico di corda uguale all' attuale larghezza della chiusa, ossia di metri 18.30, con saetta di met. 2.40 e sovr' esso costrurre la briglia col piano superiore alto metri 10 sulla soglia; di elevare di un metro la sotto chiusa Corsi per meglio attutire l' effetto del salto sotto la grande chiusa; di segnalare con idrometro da porsi sulla stessa sotto chiusa le altezze corrispondenti alle diverse portate d' efflusso, e finalmente di regolare l' efflusso della chiusa a mezzo delle paratoie dei tre ordini di scaricatori in modo che, in caso di massime piene d'afflusso di 500 m. c. al 1'' circa, non ecceda il *maximum* di 300 e ne stia al disotto, nei casi di piena d'afflusso minore, di quel tanto che la pratica saprà insegnare come più opportuno alla sistemazione del canale maestro.

2º La forma proposta per la sezione del canale, e molto più l' altezza di 10^{m} a cui dovrà elevarsi l' acqua nel suo ultimo tronco, o non varranno a lasciar depositare le torbide sul fondo

e sulle banche, o, se qualche deposito potrà aver luogo, esso sarà sempre riesportato nei più lunghi periodi d'acque ordinarie e di mezze piene.

3° Le relazioni fra la Chiana e l'Arno miglioreranno sensiblimente a fronte delle condizioni attuali in modo da diminuire in caso di piena contemporanea dei due fiumi l'efflusso di massima piena della Chiana in Arno persino del 28 per cento di quanto potrebbe verificarsi attualmente.

4° Nei tronchi dei torrenti, e fiumi torrentizi di corso accelerato, sia per maggior pendenza di fondo, sia per chiamata di sbocco dovuta ad un salto o ad una sfociatura in magra del recipiente, o ad altra causa, possono correre portate di piene maggiori di quelle dei tronchi a monte, abbenchè non vi scarichi alcun nuovo influente, e l'incremento della piena potrebbe essere tanto più grande quanto maggior raccolta d'acqua si fosse immagazzinata a monte, per cui non è sempre vero che il procurare una trattenuta alle piene superiormente valga a minorare il deflusso della piena a valle; la minorazione non si assicura fuorchè con artificiali stringimenti di sezione.

5° Fino a prova contraria doversi ritenere che la sfociatura d'un influente in un recipiente in stato di piena contemporanea, ed in tali condizioni che la piena del recipiente rigurgiti quella dell'influente può diminuire notabilmente la portata d'efflusso dell'influente nel recipiente.

PROSPETTO I.

Degli afflussi ed efflussi unitari del canal maestro della Chiana per altezze progressive di 25 in 25 centimetri contate pe' primi dal fondo del canale a Porto a Cesa e pe' secondi dalla nuova soglia in progetto della chiusa de' Monaci e secondo varie forme ed ampiezze di luce della stessa chiusa tanto per sè sola, quanto combinata cogli efflussi dei tre ordini di scaricatori attuali da conservarsi.

ALTEZZE sul fondo del canale e sulla soglia della chiusa	AFFLUSSI unitari al canal maestro	EFFLUSSI UNITARI DEGLI SCARICATORI			
		inferiore a sinistra	superiore a sinistra	a destra	complessivamente
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0,25	1,84	—	—	—	—
0,50	5,86	0,860	—	—	0,860
0,75	11,51	2,687	—	—	2,687
1,00	19,71	5,196	—	—	5,196
1,25	25,20	8,220	—	—	8,220
1,50	37,52	11,739	—	—	11,739
1,75	51,49	16,533	—	—	16,533
2,00	67,28	20,692	—	—	20,692
2,25	79,51	24,167	—	—	24,167
2,50	100,40	27,448	—	0,649	28,097
2,75	124,61	29,859	—	2,662	32,521
3,00	150,66	32,081	—	5,436	37,517
3,25	167,14	34,158	1,425	8,959	44,542
3,50	200,46	36,116	4,031	12,860	53,007
3,75	236,24	37.972	7,405	16,671	62,048
4,00	274.17	39,743	11,400	19,626	70,769
4,25	296,05	41,439	15,932	23,583	80,934
4,50	343,11	43,067	20,943	25,920	89,930
4,75	391,67	44,636	26,291	28,080	99,007
5,00	443,75	46,151	32,244	30,085	108,480
5,25	472,41	47,618	38,475	31,965	118,058
5,50	538,15	49,042	45,062	33,740	127,844
5,75	596,20	50,425	51,988	35,427	137,840
6,00	?	51,772	59,236	37,036	148,044
6,25	?	53,084	65,368	38,579	157,031
6,50	?	54,364	72,549	40,062	166,975
6,75	?	55,615	76,950	41.492	174,057
7,00	?	56,839	81,112	42.874	180,825
7,25	?	58,037	85,071	44.214	187,322
7,50	?	59,210	88,854	45,514	193,578
7,75	?	60,361	92,483	46,778	199,622
8,00	?	61,490	95,973	48,008	205,471
8,25	?	62,509	90,342	49,208	211,119
8,50	?	63,688	102,600	50,379	216,667
8,75	?	64,760	105,757	51,524	222,041
9,00	?	65,813	108,821	52,614	227,281
9,25	?	66,851	111,806	53,740	232,397
9,50	?	67,872	114,710	54,815	237,397
9,75	?	68,878	117,543	55,868	212,289
10,00	?	69,870	120,309	56,913	247,082

Segue il Prospetto I.

Effussi unitari della chiusa a semplice stramazzo senza e con quelli di tutti gli scaricatori.

ALTEZZE	LARGHEZZA DEGLI STRAMAZZI Metri									
	18, 30	cogli scaricatori	12, 25	cogli scaricatori	5, 592	cogli scaricatori	5, 084	cogli scaricatori	4, 811	cogli scaricatori
(1)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
0,25	4,575	4,575	3,062	3,062	1,398	1,398	1,271	1,271	1,205	1,205
0,50	12,940	13,800	8,622	9,522	3,955	4,815	3,595	4,455	3,402	4,262
0,75	23,772	26,459	15,933	18,600	7,264	9,951	6,604	9,291	6,250	8,937
1,00	36,600	41,796	24.500	30,696	11,185	16,381	10,168	15,364	9,623	14,819
1,25	51,150	59,370	34,240	42,460	15,631	23,851	14,210	32,430	13,448	21,668
1,50	67,238	78,977	45,009	56,748	20,547	32,286	18,679	30,418	17,678	29,417
1,75	81,730	101,261	56,719	73,252	25,892	42,425	23,538	40,071	22,276	38,809
2,00	103,520	121,212	69,296	89,988	31,634	52,326	28,758	49,450	27,217	47,909
2,25	123,525	147,692	82,687	106,851	37,746	61,913	34,315	58,482	32,476	56,643
2,50	144,674	172,771	96,844	124,941	44,210	72,307	40,191	68,288	38,036	66,133
2,75	166,909	199,430	111,229	144,250	51,005	83,526	46,368	78,889	43,882	76,403
3,00	190,179	227,696	127,306	164,823	58,115	95,632	52,832	90,349	50,000	87,517
3,25	214,440	258,982	143,546	188,088	65,529	110,071	59,572	104,114	56,379	100,921
3,50	239,653	292,660	160,424	213,431	73,234	126,241	66,576	119,583	63,007	116,004
3,75	265,784	327,852	177,915	239,963	81,218	143,286	73,855	135,883	69,877	131,925
4,00	292,800	363,569	196,000	266,769	89,441	160,210	81,310	152,079	76,980	147,749
4.25	320,675	401,609	214,659	295,593	97,992	178,926	89,084	170,018	84,309	165,243
4,50	349,381	439,311	233,876	321,806	106,765	196,695	97,059	186,989	91,856	181,786
4,75	378,897	478,004	253,633	352,740	115,784	214,891	105,258	201,365	99,616	198,723
5,00	409,200	517,680	273,918	382,398	125,044	233,521	113,676	222,156	107,583	216,063
5,25	440.271	558,329	294,717	412,775	131,539	252,507	122,308	240,366	115,752	233,810
5,50	472,030	599.931	316,017	443,861	144,262	272,106	131,147	258,991	124,118	251,962
5,75	504,641	—	338,543	476,483	154,209	292,049	140,190	278,030	132,676	270,516
6,00	537,908	—	360,075	508,019	164,375	312,419	149,432	297,476	141,430	289,474
6,25	571,875	—	382,812	539,843	174,755	331,786	158,868	313,909	150,352	307,383
6,50	606,528	—	406,009	572,984	185,344	352,319	168,495	335,470	159,463	326,438
6,75	—	—	429,657	603,714	196,139	370,196	178,308	352,365	168,551	312,808
7,00	—	—	453,746	—	207,135	387,900	188,3[illegible]5	369,130	178,212	359,037
7,25	—	—	478,270	—	218,328	405,650	198,480	385,802	187,814	375,166
7,50	—	—	503,220	—	229,721	421,209	208,837	402,415	197,643	391,221
7,75	—	—	528,590	—	241,313	440,925	216,366	418,988	207,607	497,229
8,00	—	—	554,372	—	253,071	458,542	230,065	435,536	217,733	423,204
8,25	—	—	580,654	—	215,017	476,166	240,925	452,074	228,019	439,168
8,50	—	—	607,272	—	277,165	498,832	251,968	468,633	238,461	455,128
8,75	—	—	—	—	289,481	511,522	263,165	485,206	249,059	471,100
9,00	—	—	—	—	301,976	529,257	274,524	501,805	259,809	487,090
9,25	—	—	—	—	314,645	547,042	286,011	518,438	270,709	503,106
9,50	—	—	—	—	327,584	564,981	297,504	535,201	281,757	519,154
9,75	—	—	—	—	340,498	582,787	309,514	551,833	292,952	535,241
10,00	—	—	—	—	353,679	600,761	321,526	508,608	304,292	551,374

Segue il Prospetto I.

Efflussi unitari della chiusa a bocche a battente, senza e con quelle degli scaricatori.

ALTEZZE	LUCE DELLE BOCCHE A BATTENTE *Metri*					
	12, 25 per 2, 50	cogli scaricatori	16, 00 per 2, 25	cogli scaricatori	18, 30 per 1, 85	cogli scaricatori
(1)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
0,25	3,062	3,062	4,000	4,000	4,575	4,575
0,50	8,663	9,523	11,314	12,174	12,940	13,800
0,75	15,912	18,509	20,785	23,472	21,772	26,459
1,00	24,500	29,606	32,000	37,196	36,600	41,796
1,25	34,238	42,458	44,721	52,941	51,150	59,370
1,50	45,009	56,718	58,788	70,527	67,238	78,977
1,75	56,718	73,251	74,081	90,614	84,730	101,263
2,00	69,296	89,968	90,510	111,202	101,384	122,086
2,25	82,687	106,854	108,000	132,167	114,264	138.431
2,50	96,863	124,960	122,491	150,588	125,494	153,591
2,75	108,667	141,188	134,618	167,139	135,659	168,180
3,00	118,644	156,161	145,492	183,009	145,043	182,560
3,25	127,633	172,175	155,489	200,031	153,812	198,354
3,50	135,923	188,930	161,812	217,819	162,081	215,088
3,75	143,775	205,823	173,591	235,639	169,970	232,018
4,00	150,991	221,770	181,919	252,688	177,418	248,187
4,25	157,942	238,876	189,861	270,795	184,544	265,478
4,50	161,554	254,481	197,470	287,400	191,433	281,363
4,75	170,946	270,053	204,785	303,892	198,147	297,251
5,00	177,073	285,553	211,839	320,319	204,581	313,061
5,25	182,987	301,045	218,660	336,718	210,815	328,873
5,50	188,710	316,554	225,268	353,112	216,877	344,721
5,75	194,260	332,100	231,684	369,521	222,752	360,592
6,00	199,650	347,691	237,923	385,967	228,485	376,529
6,25	204,898	361,989	244,000	401,031	234,075	391,106
6,50	210,009	376,984	249,927	416,902	239,533	406,508
6,75	214,907	389,051	255,714	429,771	244,869	418,926
7,00	219,873	400,698	261,372	442,257	250,090	430,915
7,25	224,636	411,958	266,908	454,280	255,198	412,515
7,50	229,303	422,881	272,331	465,909	260,215	453,798
7,75	233,872	433,494	277,646	477,268	265,129	464,751
8,00	238,356	443,827	282,861	488,352	269,922	475,398
8,25	242,753	453,902	287,980	499,129	274,608	485,817
8,50	247,073	463,740	293,010	509,677	279,361	496,028
8,75	251,319	473,360	297,953	519,994	283,944	505,985
9,00	255,491	482,772	302,816	530,097	288,446	515,727
9,25	259,597	491,994	307,600	539,997	292,894	525,291
9,50	263,637	501,034	312,312	549,709	297,269	534,666
9,75	267,618	509,907	316,953	559,242	301,579	543,868
10,00	271,538	518,620	321,526	568,608	305,830	552,912

PROSPETTO II.

Delle aree delle sezioni del canal maestro calcolate da 0,25 a 10,00 metri sul fondo per incrementi successivi di 25 centimetri.

ALTEZZA sul fondo	LARGHEZZA della zona suprema		AREA della sezione	ALTEZZA sul fondo	LARGHEZZA della zona suprema		AREA della sezione
	inferiore	superiore			inferiore	superiore	
0,25	20,00	21,00	5,125	5,25	90,00	90,75	272,591
0,50	21,00	22,00	10,500	5,50	90,75	91,50	295,375
0,75	22,00	23,00	16,125	5,75	91,50	92,25	318,344
1,00	23,00	24,00	22,000	6,00	92,25	93,00	341.500
1,25	34,00	35,00	30,625	6,25	93,00	93,75	361,841
1,50	35,00	36,00	39,500	6,50	93,75	94,50	388,375
1,75	36,00	37,00	48,625	6,75	94,50	95,25	412,094
2,00	37,00	38,00	58,000	7,00	95,25	96,00	436,000
2,25	48,00	49,00	70,125	7,25	96,00	96,75	461,094
2,50	49,00	50,00	82,500	7,50	96,75	97,50	481,355
2,75	50,00	51,00	95,125	7,75	97,50	98,25	508,811
3,00	51,00	52,00	108,000	8,00	98,25	99,00	533,500
3,25	62,00	63,00	123,625	8,25	99,00	99,75	558,344
3,50	63,00	64,00	139,500	8,50	99,75	100,50	583,375
3,75	64,00	65,00	155,625	8,75	100,50	101,25	608,591
4,00	65,00	66,00	172,000	9,00	101,25	102,00	634,000
4,25	76,00	77,00	191,125	9,25	102,00	102,75	659,594
4,50	77,00	78,00	210,500	9,50	102,75	103,50	685,375
4,75	78,00	79,00	230,125	9,75	103,50	104,25	711,344
5,00	79,00	80,00	250.000	10,00	104,25	105,00	737,500

PROSPETTO III.

TIPO DI CALCOLAZIONE *delle altezze sulla soglia della chiusa de' Monaci, al principio di ciascun' ora di durata della piena, degli efflussi unitari medi corrispondenti e del volume integrale d'acqua rimasto nel canale dall'origine della piena al termine di un' ora qualunque di essa, per la bocca a battente larga* e*tri* 18,30 *ed alta metri* 1,85.

ARGOMENTI DEL PROSPETTO

(1) Ore del deflusso della piena.

(2) Altezza degli afflussi sul fondo del canale a Porto a Cesa.

(3) Altezze medie orarie come sopra.

(4) Portate unitarie corrispondenti.

(5) Altezze degli efflussi sulla soglia della chiusa de' Monaci.

(6) Altezze come sopra medie orarie.

(7) Portate unitarie medie corrispondenti.

(8) Differenze (4) — (7) della portata d'afflusso e d'efflusso.

(9) Somma delle differenze = Σ (8).

(10) Portata integrale rimasta nel canale dall'origine della piena = $60 \times 60 \times (9)$.

(11) Sezioni dell'afflusso a Porto a Cesa seguito dopo il principio della piena.

(12) Sezioni come sopra dell'efflusso alla chiusa de' Monaci.

(13) Sezione come sopra intermedia fra Porto a Cesa e la chiusa.

(14) Media delle sezioni estreme $= \frac{(11)+(12)}{2}$

(15) Doppio della sezione intermedia $= 2 \times (14)$.

(16) Somma degli ultimi due argomenti $= (14) + (15)$.

(17) Volume d'acqua compreso fra il pelo del principio della piena e quello di ciascun ora della piena stessa $= \frac{16500}{3} \times (15)$.

N.B. Le differenze fra i volumi (10) e (17) procedono, dacchè nel calcolo delle altezze (5) non si tenne conto dei millimetri.

Segue il Prospetto III.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
0	2,00	—	—	1,35	—	—	—	—
1	2,10	2,05	69,73	1,35	1,35	67,28	2,45	2,45
2	2,30	2,20	77,06	1,35	1,35	67,28	9,78	12,23
3	2,60	2,45	96,22	1,35	1,35	67,28	28,94	41,17
4	3,00	2,80	129,82	1,37	1,36	68,00	61,82	102,99
5	3,36	3,28	171,14	1,60	1,485	77.80	93,34	196,33
6	4,12	3 81	249,79	2,15	1,875	112,35	137,44	333,17
7	5,10	4,61	364,47	2,61	2,38	146,31	218,16	551,93
8	5,38	5.24	471,26	3,97	3,29	201,03	270,23	822,16
9	5,42	5,40	508,85	5,12	4,515	284,22	221,63	1016,79
10	5,45	5,435	517,36	6,10	5,61	305,25	212,11	1258,90
11	5,41	5,43	516,14	7,12	6,61	305,25	210,89	1469,79
12	5,38	5,395	507,64	8,07	7,595	305,25	202,39	1672,18
13	4,68	5,03	447,19	9,37	8,72	305,25	141,94	1814,12
14	3,98	4,33	311,11	10,00	9,685	305,25	5,86	1819,98
15	3,84	3,91	257,48	9,94	9,97	305,25	— 47,77	1772,21
16	3,63	3,735	231,09	9,81	9,875	305,25	— 71,16	1701,05
17	3,28	3,455	191,47	9,62	9,715	305,25	— 110,78	1590,27
18	3,14	3,21	164,50	9,10	9,36	305,25	— 140,75	1449,52
19	3,14	3,14	159,89	8,44	8,77	305,25	— 145,36	1304,16
20	3,00	3,07	155,27	7,88	8,16	305,25	— 149,98	1154,18
21	2,70	2,85	135,03	7,32	7,60	305,25	— 170,22	983,96
22	2,50	2,60	110,08	6,47	6,895	305,25	— 195,17	788,79
23	2,35	2,435	94,13	5.47	5,97	305,25	— 211,12	577,67
24	2,20	2,275	81,34	4,22	4,845	303,26	— 221,92	355,75
25	2,10	2,15	74,72	3.18	3,70	228,63	— 153,91	201,84
26	2,00	2,05	69,73	2,41	2,795	170,77	— 101,04	100,80
27	2,00	2,00	67,28	1,81	2,11	129,28	— 62,00	38,80
28	2,00	2,00	67,28	1,51	1,66	93,21	— 25,96	12,84

Segue il Prospetto III.

(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
0	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	370,764	50,000	0,709	21,088	25,355	42,176	67,531	371,420
5	706,788	85,347	8,975	40,632	47,171	81,304	128,465	706,557
6	1,201,576	123,149	31,106	70,511	77,124	141,088	218,212	1,200,166
7	1,986,948	201,015	53,870	116,613	127,447	233,226	360,673	1,983,701
8	2,959,776	226,417	135,877	178,350	181,147	356,700	537,847	2,958,150
9	3,768,444	230,065	226,677	228,549	228,371	457,098	685,469	3,770,079
10	4,532,040	232,804	316,670	274,790	274,737	549,580	824,317	4,533,743
11	5,291,244	229,152	413,397	320,401	321,274	640,802	962,076	5,291,418
12	6,019,848	226,417	506,292	363,852	366,354	727,704	1094,058	6,017,319
13	6,530,832	166,607	637,801	392,540	402,204	785,080	1187,284	6,530,062
14	6,551,928	112,681	703,355	389,179	413,018	778,358	1191,376	6,552,568
15	6,379,956	103,491	697,061	379,597	400,281	759,194	1159,475	6,377,112
16	6,123,780	89,854	683,459	363,377	386,606	726,754	1113,360	6,123,480
17	5,724,972	67,517	663,672	337,793	365,595	675,586	1041,181	5,726,496
18	5,218,272	59,088	610,070	306,821	331,579	613,642	948,221	5,215,215
19	4,694,976	59,088	513,206	276,175	301,147	552,350	853,497	4,694,233
20	4,155,048	50,000	487,497	242,926	268,748	485,852	754,600	4,155,800
21	3,542,256	34,580	432,729	205,039	233,654	410,078	643,732	3,540,526
22	2,839,644	24,500	351,397	164,468	187,948	328,936	516,884	2,842,862
23	2,079,612	17,045	258,487	120,215	137,766	240,430	378,196	2,080,078
24	1,280,700	9,080	154,672	75,247	82,176	150,494	232,670	1,279,685
25	726,624	4,820	85,080	43,678	44,950	87,356	132,306	727,683
26	362,880	0,000	43,871	22,063	21,935	44,126	66,061	363,335
27	139,680	0,000	16,707	8,547	8,353	17,094	25,447	139,958
28	46,234	0,000	5,715	2,949	2,857	5,898	8,735	48,152

PROSPETTO IV.

Delle altezze e delle portate unitarie medie di ciascun' ora della piena tanto per gli afflussi al canal maestro, quanto per gli efflussi per la chiusa de' Monaci conformata a stramazzi ed a bocche a battente di diverse dimensioni sia a scaricatori continuamente aperti, sia a scaricatori regolati.

Argomenti del Prospetto

(1) Ore della piena.

(2) Altezza degli afflussi sul fondo del canale a Porto a Cesa.

(3) Portate unitarie medie di ciascun' ora.

N.	Efflusso	Dimensioni	Argomento
(4)	Efflusso a scaricatori sempre aperti	stramazzo di metri 18, 30	Altezza sulla soglia della chiusa.
(5)			Portata unitaria media di ciascun'ora.
(6)		stramazzo di m. 12, 25	Altezza come sopra.
(7)			Portata come sopra.
(8)		bocca di 12, 25 · per 2, 50	Altezza come sopra.
(9)			Portata come sopra.
(10)	Efflusso a scaricatori regolati di stramazzo	di m. 18, 30	Altezza come sopra.
(11)			Portata come sopra.
(12)		di m. 12, 25	Altezza come sopra.
(13)			Portata come sopra.
(14)		di m. 4, 811	Altezza come sopra.
(15)			Portata come sopra.
(16)		di m. 5, 084	Altezza come sopra.
(17)			Portata come sopra.
(18)		di m. 5, 592	Altezza come sopra.
(19)			Portata come sopra.
(20)	Efflusso a scaricatori regolati per bocche a battenti	di m. 12, 25 per 2, 50	Altezza come sopra.
(21)			Portata come sopra.
(22)		di m. 16, 00 per 2, 25	Altezza come sopra.
(23)			Portata come sopra.
(24)		di m. 18, 50 per 1, 85	Altezza come sopra.
(25)			Portata come sopra.

Segue il PROSPETTO IV.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
0	2,00	—	1,35	—	1,66	—	1,66	—	1,35	—	1,66	—
1	2,10	69,73	1,35	67,28	1,66	67,28	1,66	67,28	1,35	67,28	1,66	67,28
2	2,30	77,06	1,35	67,28	1,66	67,28	1,66	67,28	1,35	67,28	1,66	67,28
3	2,60	96,22	1,35	67,28	1,66	67,28	1,66	67,28	1,35	67,28	1,66	67,28
4	3,00	129,82	1,37	68,00	1,66	67,28	1,66	67,28	1,37	68,00	1,66	67,28
5	3,56	171,14	1,60	77,80	1,88	74,59	1,88	74,59	1,60	77,80	1,88	74,59
6	4,12	249,79	2,15	112,74	2,46	101,47	2,46	101,47	2,15	112,74	2,46	101,47
7	5,10	346,47	2,54	157,22	2,94	140,39	2,96	137,90	2,54	157,22	2,94	140,39
8	5,38	471,26	3,67	240,84	4,14	217,68	4,27	196,70	3,67	240,84	4,14	217,68
9	5,42	508,85	4,42	370,42	5,03	333,61	5,42	275,89	4,42	370,42	5,03	333,61
10	5,45	517,36	4,73	450,92	5,49	414,01	6,24	337,09	4,73	450,92	5,49	414,01
11	5,41	516,14	4,91	489,11	5,79	462,13	6,91	380,60	4,96	480,00	5,87	445,00
12	5,38	507,64	4,95	506,57	5,91	489,14	7,40	407,68	5,12	480,00	6,19	445,00
13	4,62	447,19	5,22	531,50	6,25	518,27	8,13	434,11	5,65	480,00	6,88	445,00
14	3,98	311,11	4,78	517,68	5,91	518,27	8,14	449,27	5,46	480,00	6,91	445,00
15	3,84	257,48	3,98	421,21	5,67	442,62	7,45	435,35	4,37	480,00	6,14	445,00
16	3,63	234,09	3,54	329,26	4,56	360,45	6,82	406,78	3,71	369,66	5,22	445,00
17	3,28	191,47	3,30	281,89	4,18	309,11	6,22	377,95	3,36	297,58	4,56	369,35
18	3,14	164,60	2,90	240,21	3,69	250,60	5,44	337,09	2,93	245,81	3,88	292,13
19	3,00	159,89	2,58	198,36	3,31	213,43	4,71	290,20	2,60	201,13	3,41	228,82
20	2,70	155,27	2,53	178,61	3,22	189,61	4,23	252,61	2,53	179,70	3,26	196,70
21	2,50	135,03	2,50	174,37	3,16	182,48	3,90	226,21	2,50	174,37	3,18	185,30
22	2,35	110,08	2,25	160,23	2,88	166,68	3,46	201,09	2,26	161,13	2,90	168,55
23	2,20	91,13	2,01	137,93	2,60	143,48	3,01	172,17	2,02	137,36	2,60	144,25
24	2,10	81,34	1,88	120,62	2,38	124,22	2,57	144,48	1,83	117,33	2,38	121,22
25	2,00	74,62	1,73	106,33	2,17	108,66	2,28	119,53	1,65	100,31	2,17	108,66
26	2,00	69,73	1,63	95,02	2,03	96,73	2,08	102,47	1,55	87,89	2,03	96,73
27	2,00	67,28	1,48	83,88	1,83	85,30	1,87	88,41	1,42	77,80	1,83	85,30
28	2, 0	67,28	1,41	74,66	1,74	75,60	1,75	77,27	1,38	71,74	1,74	72,00

Segue il PROSPETTO IV.

(1)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)
0	2,53	—	2,47	—	2,38	—	1,66	—	1,45	—	1,35	—
1	2,53	67,28	2,47	67,28	2,38	67,28	1,66	67,28	1,45	67,28	1,35	67,28
2	2,53	67,28	2,47	67,28	2,38	67,28	1,66	67,28	1,45	67,28	1,35	67,28
3	2,53	67,28	2,47	67,28	2,38	67,28	1,66	67,28	1,45	67,28	1,35	67,28
4	2,53	67,28	2,47	67,28	2,38	67,28	1,66	67,28	1,46	67,50	1,37	68,00
5	2,67	70,24	2,61	70,07	2,53	70,44	1,88	74,59	1,70	76,95	1,60	77,80
6	3,24	85,52	3,19	85,76	3,11	86,92	2,46	101,47	2,25	109,14	2,15	112,35
7	3,75	115,71	3,71	116,49	3,63	117,83	2,96	137,90	2,70	148,75	2,61	146,31
8	5,07	175,83	5,02	177,82	4,94	181,41	4,27	196,70	4,00	207,15	2,97	201,03
9	0,20	261,98	6,14	265,08	6,03	270,93	5,42	275,89	5,10	290,70	5,12	284,22
10	7,03	333,97	6,95	338,51	6,81	315,75	6,32	320,00	6,04	315,00	6,10	305,25
11	7,79	357,00	7,74	352,62	7,63	346,00	7,27	320,00	7,02	315,00	7,12	305,25
12	8,50	357,00	8,47	352,62	8,39	346,00	8,15	320,00	7,93	315,00	8,07	305,25
13	9,56	357,00	9,55	352,62	9,54	346,00	9,38	320,00	9,19	315,00	9,37	305,25
14	10,00	357,00	10,00	352,62	9,985	346,00	9,98	320,00	9,81	315,00	10,00	305,25
15	9,68	357,00	9,70	352,62	9,71	346,00	9,82	320,00	9,67	316,77	9,94	305,25
16	9,31	357,00	9,35	352,62	9,40	316,00	9,63	320,00	9,50	315,00	9,81	305,25
17	8,88	357,00	8,95	352,62	9,02	346,00	9,33	320,00	9,25	315,00	9,62	305,25
18	8,12	357,00	8,20	352,62	8,31	340,00	8,78	320,00	8,69	315,00	9,10	305,25
19	7,20	357,00	7,31	352,62	7,44	346,00	8,05	320,00	7,97	315,00	8,44	305,25
20	6,37	345,08	6,45	352,62	6,64	346,00	7,40	320,00	7,35	315,00	7,88	305,25
21	5,78	294,85	5,80	306,59	5,86	331,79	6,78	320,00	6,70	315,00	7,52	305,25
22	5,17	250,15	5,17	257,87	5,13	271,72	5,80	320,00	5,79	315,00	6,47	305,25
23	4,59	207,74	4,57	212,90	4,48	218,99	4,71	305,36	4,61	315,00	5,47	305,25
24	4,14	172,85	4,11	170,13	3,98	177,43	3,81	239,50	3,56	257,03	4,22	303,26
25	3,74	143,95	3,70	145,92	3,56	144,02	3,04	183,90	2,69	191,52	3,18	228,63
26	3,43	121,42	3,38	122,19	3,25	120,10	2,50	142,39	2,13	143,96	2,41	170,77
27	3,14	103,37	3,08	103,01	2,97	101,99	2,11	110,84	1,73	105,44	1,81	129,28
28	2,95	89,93	2,88	89,43	2,77	89,34	1,89	89,99	1,56	82,18	1,51	93,20